

黔西南泥堡金矿床容矿火山岩系中“粉砂岩” 夹层的岩石类型归属研究

祁连素

(贵州省地矿局地球物理地球化学勘查院, 贵州 贵阳 550018)

[摘 要]原先认为泥堡金矿床容矿火山岩系中间的“粉砂岩夹层”,研究发现其具有与火山碎屑岩的成分与结构构造特征,包括熔蚀石英晶屑和长石板状晶假象,局部还出现大量生物化石碎片,应归属为蚀变凝灰岩。火山岩系的原“粉砂岩夹层”并不存在,只是短暂的火山喷发间隙,整个容矿火山岩系形成从偏基性火山碎屑岩到中基性火山角砾岩的晚二叠世火山喷发旋回。火山岩旋回的早期到晚期,金矿成矿作用强度逐渐增强,印证金成矿作用与火山岩的密切成因联系。

[关键词]蚀变凝灰岩;火山喷发间隙;晚二叠世火山作用;泥堡金矿床;贵州

[中图分类号]P618.51;P588.1;P588.21+2.1 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1000-5943(2021)-01-0022-07

1 引言

以前认为泥堡金矿床容矿火山岩系中间有一套“粉砂岩夹层”,该层上覆是火山角砾岩,下伏是凝灰岩,火山岩系中间出现了“粉砂岩夹层”是极不协调现象。本文针对这套特殊的“粉砂岩夹层”开展专题研究,在中心剖面系统采集岩石样品,从微观结构特征及元素地球化学角度恢复强蚀变“粉砂岩夹层”原岩类别,系统总结地质前辈们对泥堡金矿床地质特征相关研究等(王砚耕等,1995;2003;韩至钧等,1999;陶平,2005;刘平,2006;),建立完整火山旋回形成的火山岩系岩相组合作对比研究,探讨该地区金矿成矿作用与峨眉山玄武岩火山旋回末期喷发残余岩浆活动的相关性,试图揭示火山岩及其伴生热液与成矿作用的关系,进而拓展对这种类型矿床的找矿思路。

笔者在最近《贵州普安泥堡地区峨眉火山活动与金成矿关系研究》中发现,泥堡金矿床火山岩

系中出现的“粉砂岩夹层”具有典型的火山碎屑岩的成分与结构构造及局部出现大量生物化石碎片特征,原先认为是火山岩系中的这套“沉积岩”夹层不存在,只是火山喷发旋回中的短暂喷发间隙,总体为同一个火山旋回产物,恢复原岩应为蚀变凝灰岩。

2 矿区地质概述

2.1 矿区地质

泥堡金矿床位于潘家庄断裂成矿带西段之中部,潘家庄断裂成矿带是滇黔桂“金三角”金矿集中区重要组成部分。区内构造变形较为强烈,构造形迹展布以北东东向为主体,北西向次之,构造样式以褶皱、断层为主。主要褶皱构造为北东东轴向的二龙抢宝背斜,断裂构造为北东向与北西向两组为代表(图1)。前期勘探成果表明,北东向断裂主要发育有F1、F2、F3、F4等,该组断裂大

[收稿日期]2020-09-11 **[修回日期]**2021-01-14

[基金项目]贵州省地矿局地质科技项目《贵州普安泥堡地区峨眉火山活动与金成矿关系研究》资助。合同编号:黔地矿科合[2019]10号。

[作者简介]祁连素(1971—),女,正高级工程师,长期从事矿产地质勘查及综合研究工作。E-mail:984814834@QQ.com。

至平行展布,基本与地层、金矿化带走向及背斜轴向一致(贵州地矿局 105 地质大队,2013;2019;祁连素,2014)。泥堡金矿床广泛分布的赋金地质体主要为 F1 断裂破碎带、峨眉山玄武岩组二段($P_3\beta^2$)、一段($P_3\beta^1$),容矿岩石主要为火山角砾

岩、凝灰岩、蚀变凝灰岩。

由图 1 所示,据泥堡金矿床前期勘查成果,在矿区西段 8540-9660 勘探线间赋存了全区厚度最大与品位最富的金矿体,在该地段也是火山碎屑岩分布范围最广,厚度最大的位置。

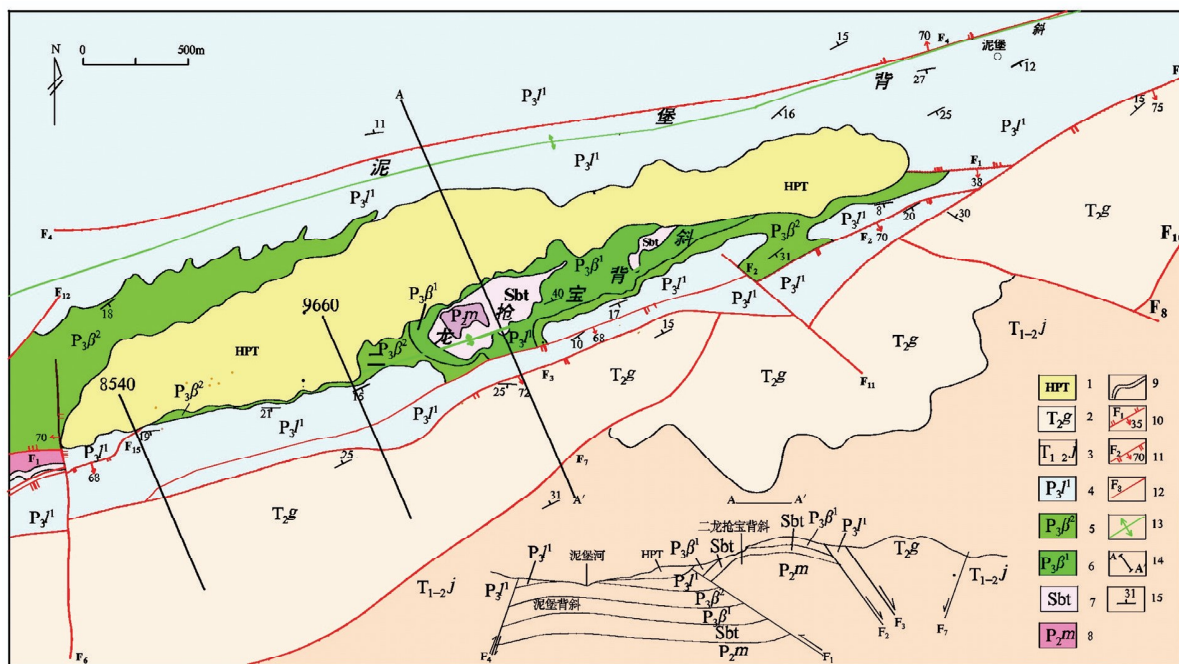


图 1 泥堡金矿床地质略图(祁连素,2019 年修编)

Fig. 1 Geological sketch of Nibao gold deposit (After QI Lian-su 2019)

1—滑坡体;2—关岭组;3—嘉陵江组;4—龙潭组第一段;5—峨眉山玄武组第二段;6—峨眉山玄武组第一段;7—构造蚀变体;8—茅口组;9—地层界线;10—左行断层及编号;11—正断层及编号;12—推测断层及编号;13—背斜构造;14—剖面;15—地层产状

2.2 矿体特征

泥堡原生金矿体主要有:切层分布的“断裂型”与基本顺层产出“层控型”。

断裂型矿体:产于 F1 断层破碎带中,其分布与产状严格受断层破碎带控制,矿体呈似板状、透镜状产出,产状与断层产状其本一致,长约 4 300 m,宽约 200 ~ 540 m。该类型矿体分布在 7980 - 13380 线之间,容矿岩石为火山角砾岩,角砾岩为主,以火山角砾岩中金品位最富。

层控型矿体:分别产于峨眉山玄武岩组二段($P_3\beta^2$)、一段($P_3\beta^1$)及构造蚀变体中,矿体呈似层状、透镜状大致顺层产出。层控形矿体为区内次主要矿体,其容矿岩石主要为火山角砾岩、凝灰岩、蚀变凝灰岩及硅化灰岩等。该类型矿体分布在7980~13700线之间,目前控制规模最大的层控型矿体走向长1200 m,倾向延伸100~480 m。以峨眉山玄武岩组二段($P_3\beta^2$)中的火山角砾岩

中金品位最富,厚度最大;峨眉山玄武岩组一段($P_3\beta^1$)中的凝灰岩、蚀变凝灰岩次之。

无论是“断裂型”还是“层控型”都以火山角砾岩中金品位最高(金最高品位 32.5×10^{-6} , 金平均品位为 4.02×10^{-6}), 凝灰岩次之(最高品位 15.09×10^{-6} , 平均品位为 2.49×10^{-6}) (贵州地矿局 105 地质大队, 2013; 2019)。蚀变凝灰岩矿石含金性较差, 且不连续, 矿体规模较小(平均品位为 1.5×10^{-6})。含金矿石由高到低依次为: 火山角砾岩、凝灰岩、蚀变凝灰岩、灰岩、粉砂岩、粘土岩, 其中粘土岩、粉砂岩、灰岩、粉砂岩往往含矿较差(祁连素, 2016, 2019; 郑禄林 等, 2014)。

3 蚀变凝灰岩特征

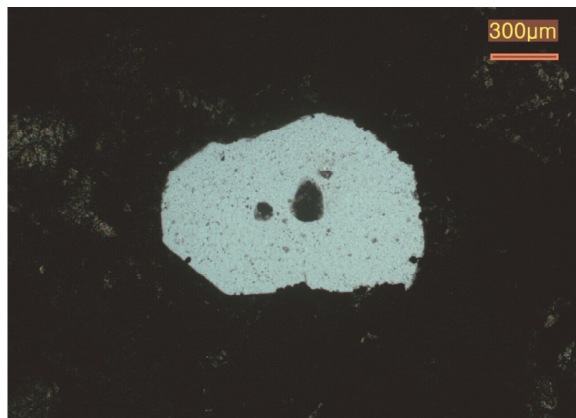
3.1 蚀变凝灰岩分布特点

如图(2)所示,蚀变凝灰岩层分布于峨眉山玄

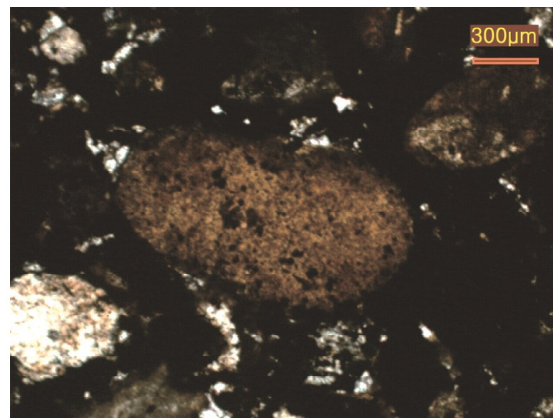
其它岩矿石(灰岩、粘土岩、粉砂岩)矿中 Co 含量为 $(1 \sim 3.9) \times 10^{-6}$, 平均 2.02; Ni 含量为 $(4 \sim 11) \times 10^{-6}$, 平均 9.25; V 含量为 $(11 \sim 324) \times 10^{-6}$, 平均 147; Ti 含量为 $(0.5 \sim 1.7) \times 10^{-6}$, 平均 1.15; Cu 含量为 $(9 \sim 22) \times 10^{-6}$, 平均 14; Zn 含量为 $(7 \sim 33) \times 10^{-6}$, 平均 23.25; W 含量为 $(1 \sim 15) \times 10^{-6}$, 平均 7.4。

上述数据表明, 含矿岩石样品中 Co、Ni、V、Ti、Cr、Cu、Zn、W 元素含量远远高于其它岩石(灰岩、粘土岩、粉砂岩)类型的样品。

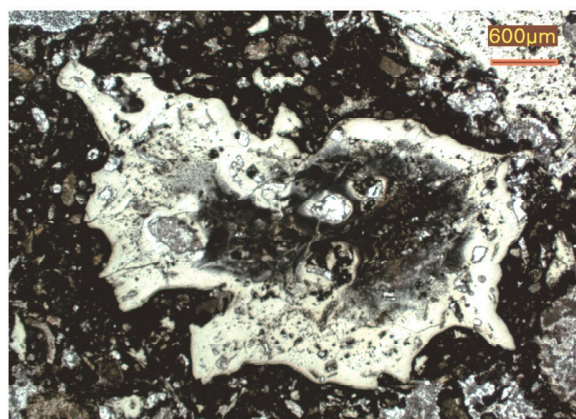
由表 2 可知, 蚀变凝灰岩矿石中 As、Sb、Ag、Tl、W、Cu、V、Ni、Co 等元素明显富集, 而且 Au 与 As、Ag、Mo、W、Co 元素呈较好的正相关, 为含矿岩系中的主要伴生元素。



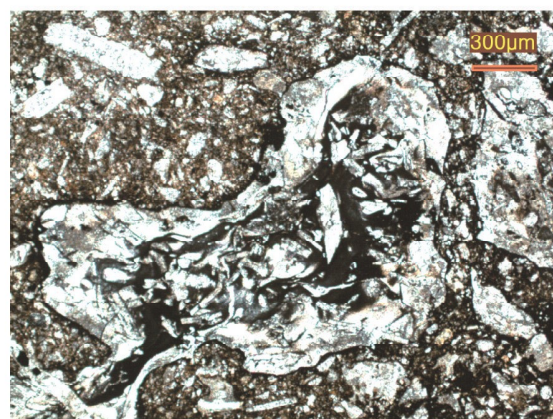
(a) 石英晶屑 (具熔蚀现象) (+)



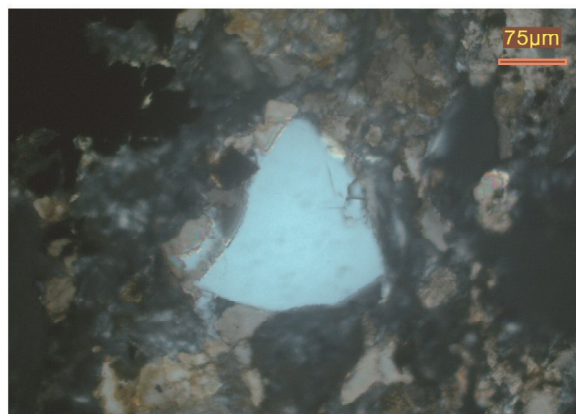
(b) 黄铁矿填隙 (-)



(c) 凝灰角砾结构 (-)



(d) 角砾凝灰结构 (-)



(e) 石英晶屑 (具淬火纹) (+)



(f) 棘皮屑腕足屑 (+)

图3 泥堡金矿蚀变凝灰岩样品显微镜照片

Fig. 3 The microscope photos of altered tuff sample in Nibao gold deposit

表 1 泥堡金矿蚀变凝灰岩矿石化学成分表

单位: $\times 10^{-2}$

Table 1 The chemical composition of altered tuff in Nibao gold deposit

送样编号	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TFe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	MnO	P ₂ O ₅	TiO ₂	SO ₃	LOI 1000
ZK910003-1	34.13	15.83	18.42	3.25	0.15	3.04	2.45	0.20	0.40	2.85	4.26	17.40
ZK946008-1	47.21	14.88	15.72	3.86	0.08	0.54	0.25	0.01	0.37	3.20	30.6	12.69
ZK954007-1	29.13	19.37	20.36	4.41	0.04	0.47	0.28	<0.01	0.39	3.65	>34	18.68
ZK9500-1-1	23.56	8.97	10.38	1.74	0.07	23.6	1.99	0.87	0.50	0.97	0.44	26.35
ZK958012-1	40.01	15.40	14.72	3.45	0.22	3.54	2.91	0.14	0.26	2.76	5.52	14.57
ZK962004-1	39.98	16.62	11.84	4.10	0.11	5.21	1.88	0.25	0.19	2.64	16.80	13.72
ZK 609-2	46.89	9.12	6.08	2.05	0.11	10.05	4.96	0.32	0.10	1.05	4.74	14.04
ZK 609-3	23.31	10.01	23.72	2.47	0.07	9.76	3.25	0.33	0.89	0.87	>34	17.32
ZK966023-1	34.32	12.44	13.72	2.97	0.13	8.10	4.42	0.19	0.42	2.51	22.4	14.37
ZK966023-3	41.02	16.76	14.52	3.02	0.35	2.82	2.87	0.10	0.31	2.94	3.38	13.87
ZK902001+1-1	39.66	12.92	13.56	1.07	2.08	7.76	5.28	0.18	0.41	2.58	1.84	12.46
ZK902001+1-3	34.01	12.54	13.42	3.06	0.05	7.97	2.34	0.22	0.35	2.23	6.98	17.66
ZK110A-1	36.87	14.10	14.47	1.82	0.50	6.94	3.36	0.43	0.94	2.13	2.15	16.39
ZK609-4	26.53	7.24	12.77	1.74	0.08	19.85	3.40	0.46	0.49	0.68	17.50	11.25
ZK962004-5	34.52	8.75	13.88	2.22	0.09	13.55	3.29	0.53	0.63	0.81	17.30	9.13
ZK902001+1-4	31.41	15.77	18.04	4.18	0.07	7.84	2.18	0.36	0.33	1.70	0.14	17.66
ZK902001+1-2	37.50	11.48	12.50	1.10	1.60	11.70	6.13	0.21	0.39	2.37	1.36	13.21

4.3 稀土元素地球化学特征

稀土元素球粒陨石标准化模式,蚀变凝灰岩稀土元素球粒陨石标准化配分形式(图4)。本次研究成果表明:蚀变凝灰岩稀土总量为 $50.3 \times 10^{-6} \sim 552.4 \times 10^{-6}$, 均值 249.7×10^{-6} 。轻重稀土含量比值为 $4.29 \sim 12.09$, 均值 6.06 。 $\delta\text{La}/\delta\text{Yb}$ 比值为 $9.07 \sim 24.81$, 均值 14.55 ; 轻稀土分馏明显, $\delta\text{La}/\delta\text{Sm}$ 值为 $3.95 \sim 9.65$, 均值 5.51 。Eu 基本为负异常 ($\delta\text{Eu} = 0.40 \sim 1.02$), 平均值为 0.79 , Ce 基本无异常。稀土配分曲线表现为平缓右倾型, 与火山角砾岩、凝灰岩稀土配分模式特征基本一致。代表标准的深源镁铁质(中基性)岩浆岩稀土配分模式特征(亨德森, 1984)。

在火山岩旋回的早期, 稀土元素总量与含金量

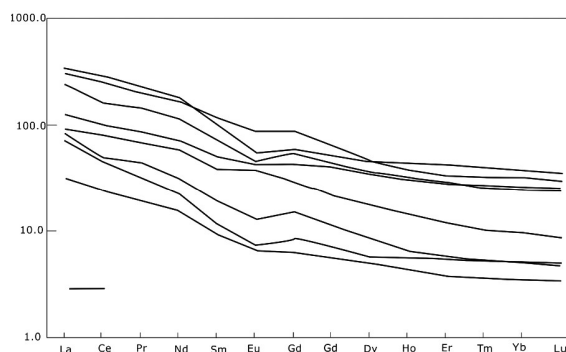


图 4 泥堡金矿床蚀变凝灰岩稀土元素配分图

Fig. 4 The partition graphs of rare earth elements in altered tuff of Nibao gold deposit

位相关性不太明显,但旋回晚期,稀土元素总量最高的样品也是含金量最高的样品,金矿成矿作用强度逐渐增强,火山岩容矿岩石均表现高稀土含量特征,为目前黔西南地区稀土含量最高的岩石类型,远远大于地壳的 165.35×10^{-6} (黎彤, 1976)。说明峨眉山玄武岩火山旋回的最后残余岩浆活动,对金与稀土元素起到明显的富集或成矿作用(祁连素, 2019)。泥堡金矿床是滇黔桂金成矿区中与火山作用成矿关系密切的大型金矿床。

5 火山活动与金矿成矿作用关系的探讨

区内火山活动发生在晚二叠世吴家坪阶,据(朱江等, 2011)的研究成果,峨眉山大火山岩省火山喷发结束的时间年龄为 251.0 ± 1.0 Ma, 与华南地区的 P ~ T 分界线年龄基本相同,同时还与西伯利亚大火成岩省火山喷发时间基本相同。贵州境内的峨眉山玄武岩分布地区,从泥盆纪即表现有不同程度的张裂沉陷,形成于大陆板块内部裂隙构造环境(贵州省区域地质志, 2014),接着由于东吴运动的开始并伴随着地幔热柱活动的发生,此间地壳普遍上隆、拉张并产生地裂(即峨眉山地裂)(宋谢炎等, 1998);黔西南处于右江盆地北端,仅在二叠纪有喷发活动,表明火山活动与板内裂谷作用有关。峨眉山玄武岩的喷发显然与规模较大、活动历史较长的断裂带有关。

表 2 泥堡金矿蚀变凝灰岩及其它岩石中金及微量元素含量

Table 2 Contents of gold and other trace element in the altered tuff and other rock (ore) in Nibao gold deposit																						
样号	Au	Ag	As	Ba	Co	Cs	Cu	Hf	Mo	Ni	Pb	Rb	Sn	Ta	Th	Ti	V	W	Zn	Zr	Cr	备注
ZK910003-1	0.010	0.13	33.2	115.0	36.2	15.35	147.5	12.0	2.13	39.6	10.0	104.0	3.9	4.01	11.30	1.675	277	2	183	475	90	
ZK942004-1	1.080	0.16	933	11.2	10.1	1.53	33.6	2.4	4.19	24.4	3.4	18.2	1.3	0.71	2.81	0.222	77	6	60	92	40	
ZK946008-1	0.070	0.25	621.0	183.5	31.5	5.35	125.5	11.5	1.60	39.6	10.8	93.7	3.6	3.54	10.70	1.830	355	15	126	445	90	
ZK954007-1	0.901	0.09	533.0	289	49.7	6.77	133.5	14.0	0.92	58.5	6.5	89.4	5.2	4.23	13.55	2.23	493	54	68	544	170	
ZK954008-1	3.30	0.09	160.0	81.5	12.7	2.30	51.4	3.2	15.75	31.0	4.9	23.5	1.1	0.95	3.95	0.306	144	5	10	135	110	
ZK9500-1-1	0.013	0.02	26.8	96.3	27.2	6.87	4.9	4.7	0.28	28.7	2.2	54.7	1.5	1.14	3.58	0.549	141	2	68	181	60	
ZK958012-1	0.009	0.08	88.9	192.5	61.0	10.40	134.0	9.8	1.08	63.8	9.1	100.5	3.3	3.18	9.21	1.550	319	15	166	392	90	
ZK962004-1	0.009	<0.01	142.0	183.5	44.8	10.95	101.5	12.4	1.66	61.8	11.3	86.1	4.2	4.13	12.85	1.620	242	11	170	496	90	
ZK962004-2	5.29	0.09	523.0	56.2	23.9	3.06	40.5	3.1	0.22	31.1	1.4	37.2	1.2	0.68	2.16	0.372	112	8	102	124	40	(P ₃ β ¹)
ZK 609-1	1.175	0.05	233.0	23.1	4.9	1.40	23.3	1.6	5.52	10.5	1.6	19.8	0.7	0.43	1.66	0.192	60	5	85	62	50	蚀变凝灰岩
ZK 609-2	0.232	0.15	495.0	95.5	7.3	4.92	19.4	11.6	0.90	9.0	4.5	59.1	5.4	4.05	11.55	0.629	95	22	224	475	40	
ZK 609-3	>10.0	2.07	>100.00	51.2	20.3	4.70	56.3	5.3	0.55	37.2	18.0	57.0	2.8	1.73	5.86	0.521	141	12	28	212	80	
ZK966023-1	0.295	0.23	393.0	171.0	34.8	7.36	104.0	6.0	1.51	53.7	5.9	71.4	1.9	2.14	5.72	1.515	294	32	109	239	70	
ZK966023-2	0.037	0.02	236.0	10.0	3.4	1.24	9.5	1.1	11.00	7.0	1.0	8.6	0.4	0.30	1.16	0.123	61	3	27	42	60	
ZK966023-3	0.009	0.06	213	174.5	52.0	14.65	119.5	9.7	0.61	62.4	4.2	100.5	2.9	2.80	7.64	1.730	392	19	137	376	150	
ZK 121-1	4.91	0.14	276.0	39.4	9.8	0.39	33.1	0.7	3.30	21.2	1.9	4.5	0.4	0.19	0.96	0.088	43	2	340	26	50	
ZK 121-2	1.350	0.03	205.0	29.8	5.4	0.56	9.4	0.9	0.32	7.5	<0.5	7.7	0.4	0.23	0.90	0.144	69	2	27	43	40	
ZK902001+1-1	0.015	0.07	13.8	315	38.8	9.78	104.0	6.1	1.09	58.3	4.7	16.0	2.1	2.14	5.39	1.515	328	1	127	260	90	
ZK902001+1-3	0.020	0.11	63.0	137.5	42.5	6.97	95.9	10.9	2.91	64.2	9.3	73.5	3.1	3.28	9.09	1.340	227	2	130	490	90	
NP359B2	-	0.038	446		1.84		20.3		2.41	6.07	8.01		1.08					0.68	49.5	43.7	#	
NP333A1	-	0.064	118		2.67		10.6		5.65	6.41	15.0		1.21					1.28	19.3	34.7	(粉砂岩)	
P ₂ m	0.005	<1	8.7	297	1.0	0.2	13	0.3	2	<5	<5	2.9	1	0.1	0.49		11	1	7	9	10	*(灰岩)

注：数据由澳实分析检测(广州)有限公司测试;Ti元素检测单位为%,其它元素检测单位为×10⁻⁶。表中带*的数据收自(陈世委等,2013);#的数据收自(105队,2019)。

区内主要的赋金地质体与金地球化学异常均沿规模较大的北东向潘家庄断裂带分布,根据黔西南地区玄武岩的分布特征,该断裂带势必为岩浆乃至岩浆后期火山气液活动提供了有利条件(贵州省区域地质志,2014),潘家庄断裂带控制了金矿体与金地球化学异常的产出,认为岩浆在上升过程中以及在岩浆房内,有较长时间的分异及与陆壳同化混染条件,同时岩浆分异作用是在稳定陆块内部进行的,造成的结果是碱质和挥发组分在岩浆房顶部大量聚集,并携带丰富的矿质(贵州省区域地质志,2014)。因此,北东向潘家庄断裂带与晚二叠世吴家坪阶火山热液活动是泥堡金矿床的重要成矿背景。

据泥堡金矿区前期勘查成果,泥堡金矿床容矿岩石类型为凝灰岩、蚀变凝灰岩、火山角砾岩,含金性由高到低依次为:火山角砾岩(金品位高达32.5g/t、YNBDDH117-1)、凝灰岩、蚀变凝灰岩。在泥堡西段8540-9660勘探线间赋存了全区厚度最大与品位最富的金矿体,随着远离该地段位置,其厚度逐渐变薄和尖灭,矿石品位逐渐变低。在该地段也是火山碎屑岩厚度最大的位置,火山碎屑岩系总厚度为20~260m。由《黔西南泥堡金矿床火山成矿作用研究及找矿预测》科研成果可以看出,泥堡金矿矿体的厚度和品位变化与火山岩厚度大致显示出较好的对应关系,从矿区西部至东部,火山碎屑岩系厚度逐渐从厚变薄,火山岩分布范围厚度大,其含矿品位高,矿体厚度大。按照岩浆上涌和同化混染规律,从早期至晚期,火山岩逐渐由基性向中基性演化(彭燕东等,2003),整个容矿火山岩系形成从偏基性火山碎屑岩到中基性火山角砾岩的晚二叠世火山喷发旋回。火山岩旋回的早期到晚期,金矿成矿作用强度逐渐增强,印证金成矿作用与火山岩的密切成因联系。

6 结论

原定泥堡金矿床火山岩系的“粉砂岩夹层”并不存在,只是短暂的火山喷发间隙,整个容矿火山岩系形成从偏基性火山碎屑岩到中基性火山角砾岩的晚二叠世火山喷发旋回。矿体的厚度和品位变化与火山岩厚度大致显示出较好的对应关系,火山岩分布范围厚度大,其含矿品位高,矿体厚度大。泥堡金矿床是滇黔桂金成矿区中与火山作用成矿关系密切的大型金矿床。

致谢:项目在实施与论文撰写过程中得到中国地质科学院地质研究所邱小平研究员技术指导与帮助,再此深表感谢!

论文在立项、撰写与审稿过程中,得到贵州省地矿局周琦研究员、王砚耕教授级高工、贵州省地质调查院王敏研究员技术指导,并得到地化所吴承泉博士的帮助,再此深表感谢!

项目在野外调查与采样过程中得到贵州亚太矿业有限公司宋照荣、潘伟;广西有色金属集团资源勘查有限公司刘锦石、黄胜海同志们的大力支持与帮助,再此深表感谢!

[参考文献]

- 陈世委,孙军,付斌,等.2013.黔西南泥堡金矿含矿岩系元素地球化学特征[J].矿物岩石地球化学通报,32(5):591-598.
- 亨德森.1984.稀土元素地球化学[M].地质出版社,20-21.
- 韩至钧,王砚耕,冯济舟,等.1999.黔西南金矿地质与勘查[M].贵阳:贵州科学技术出版社.
- 刘平,李沛刚,马荣,等.2006.一个与火山碎屑岩和热液喷发有关金矿床—贵州泥堡金矿[J].矿床地质,25(1):101-110.
- 黎彤.1976.元素化学的地球丰度[J].地球化学,5(3):167-174.
- 彭燕东,张立东,张长捷,等.2003.辽西义县旋回火山岩的稀土元素特征[J].西北地质,2(4):37-38.
- 贵州省地质调查院.2014.中国区域地质志贵州志[M].北京:地质出版社.
- 贵州省地质调查院.2010.贵州省金矿资源潜力评价报告[R].
- 贵州省地质矿产勘查开发局105地质大队.2013.贵州省普安县泥堡金矿勘探(阶段性)地质报告[R].5.
- 贵州省地矿局105地质大队.2019.贵州贞丰-普安金矿整装勘查区矿产调查与找矿预测子项目成果报告(泥堡幅)[R].
- 祁连素,邱小平,李俊海,等.2016.黔西南泥堡金矿床“砾屑砂岩”的火山岩属性及其与金成矿的密切关系[J].贵州地质,34(4):245-250.
- 祁连素,邱小平.2019.黔西南泥堡金矿床含矿火山岩稀土元素地球化学特征[J].西北地质,34(3):245-250.
- 陶平,杜芳应,杜昌乾,等.2005.黔西南凝灰岩中金矿控矿因素概述[J].地质与勘探,41(2):12-16.
- 宋谢炎,王玉兰,曹志敏,等.1998.峨眉山玄武岩、峨眉地裂运动与幔热柱[J].地质地球化学,(1):47-52.
- 王砚耕,王立亭,张明发,等.1995.南盘江地区浅层地壳结构与金矿分布模式[J].贵州地质,12(2):91-183.
- 王砚耕,王尚彦.2003.峨眉山大火成岩省与玄武岩铜矿——以贵州二叠纪玄武岩分布区为例[J].贵州地质,(1):5-10.
- 朱江,张招崇,侯通,等.2011.贵州盘县峨眉山玄武岩系顶部凝灰岩LA-ICP-MS锆石U-Pb年龄:对峨眉山大火成岩省与生物大规模灭绝关系的约束[J].岩石学报,27(9):2743-2751.
- 郑禄林,王兰香,王甘露.2014.黔西南台地相区金矿构造蚀变体稀土元素特征[J].金属矿山,460(10):122-125.

(下转第64页)

value of 25.6‰, and extreme value of 15.4‰, which are relatively enriched in heavy sulfur isotopes. The sulfur isotope allplot in the field of sedimentary rocks, which are similar to the sulfur isotopes of sulfate in seawater during earth history, indicating that the sulfur may be sourced from sedimentary rocks. Pb isotopic variations of different minerals from different mining areas are very small in the study area. $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ values are between 18.25 and 18.57, $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratios are between 15.63 and 15.92, and $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ ratios are from 37.82 to 38.93. There is no obvious difference in Pb isotope composition between different sulfide samples, indicating that the Pb–Zn deposit in the Sangmu anticline area may have a single source of the Pb metal. Pb isotope analyses show that the Pb metal in the Pb–Zn mineralization belt of Sangmu area may be from the underlying basement strata.

[**Key Words**] Sangmu anticline; Lead zinc ore; Sulfur–lead isotope

(上接第 42 页)

port worked in, further petrological and lithogeochemical analysis was carried out, data mining and re-research on Yulinshan formation volcanic rocks in Yulinshan area, Tibet. The study shows that this formation consisting of tephra and volcanic lava has at least three rhythms; bulk elements show that it is a base – neutral rock with high alkali and rich potassium, belonging to shoshonite series – high potassium series; the ratios of $\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HREE}$ and $(\text{La}/\text{Yb})_N$ of light and heavy rare earth in rare earth elements are 16.44 ~ 19.39 and 73.04 ~ 84.18 respectively, and the fractionation degree of light and heavy rare earth in volcanic rocks is relatively large; the high field strength elements Nb, Ta, Zr, Hf and Ti in trace elements are obviously deficient compared with the adjacent large ion lithophile elements, and Sr also shows a deficit situation. Combined with the characteristics of rare earth and trace elements, the volcanic rocks of Yulinshan formation evolved from mantle-derived basaltic magma from intraplate rift valley, accompanied by only a small amount of crustal contamination, which was the product of internal plate stress relaxation stage in Himalayan orogeny. It cracked east to west towards Kunchu Kecuo, providing a channel for magmatism in Himalayan revival.

[**Key Words**] Yulinshan formation; Volcanic rocks; Petrology; Geochemistry; Tibet

(上接第 28 页)

Study on Petrologic Classification of “Siltstone Sandwich” in Ore-bearing Volcanic Rocks of Nibao Gold Deposit, Southwest Guizhou

QI Liansu

(*Ghosh Institute of Geophysical and Geochemical Prospecting, Guiyang 550018, Guizhou, China*)

[**Abstract**] In the study, the formerly deduced “siltstone sandwich” in ore-bearing volcanic rocks of Nibao gold deposit should be a kind of altered tuff, because it possesses the volcanoclastic composition, texture and structure, including melting quartz crystal fragment, feldspar plate crystal pseudomorph, as well as lot of fossils fragments. The former “siltstone sandwich” is not exist, only a short gap of volcanic eruption. The whole volcanic rock series become a late Permian volcanic eruption cycle from partially basic volcanoclastic rock to intermediate basic volcanic breccia. From early stage to late stage of volcanic cycle, the strength of gold mineralization enhanced gradually, it proves the closed relationship between gold mineralization and volcanic rock.

[**Key Words**] Altered tuff; volcanic eruption gap; Late Permian volcanism; Nibao gold deposit; Guizhou