

赣南九龙嶂火山盆地铀矿地质特征 与成矿条件分析

张万良^{1,2}, 李子颖¹

(1. 核工业北京地质研究院, 北京 100029; 2. 核工业 270 研究所, 江西 南昌县 330200)

摘 要: 九龙嶂火山盆地位于南岭成矿带安远热隆的西部, 面积 120 余 km², 盆地基底为元古代变质岩, 盖层为上侏罗统鸡笼嶂组火山岩系。在盆地边缘火山岩中分布 3 个铀矿点或矿化点。其中银坑山矿点受发育于流纹质熔结凝灰岩中的近 SN 向碎裂带控制。盆地基底岩石碱交代蚀变明显, 火山期后浅成-超浅成侵入岩浆活动频繁, 火山构造与区域线性构造交接复合并形成派生构造, 使盆地具有良好的铀矿形成的源-运-聚条件。盆地南(东)部银坑山一带是找矿方向和勘查重点所在。

关键词: 基底碱交代; 浅成岩浆活动; 银坑山矿点; 九龙嶂盆地; 赣南

中图分类号: P612; P619.14 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-1412(2004)03-0191-05

九龙嶂火山盆地位于南岭成矿带内。南岭成矿带以产花岗岩型铀矿而著称, 但火山岩型铀矿也呈现良好前景, 产铀矿的侏罗纪陆相火山盆地广泛分布, 仁差盆地已探明 1 个潜火山岩型矿床(278)和 1 个火山岩型矿床(279), 上杭盆地探明 1 个潜火山岩型矿床(430), 东坑盆地外缘也发现潜火山岩型(斑岩型)铀矿床(6731)。火山盆地及外缘是火山岩型特别是潜火山岩或斑岩型铀矿的潜在远景区。

在 EW 向南岭带与 NE 向武夷山隆起带交接复合部位, 有一结构复杂的大型环形构造, 遥感影像显示多层弧形山脊和沟谷环抱, 并以安远东南部为中心, 呈向南东撒开的环形体, 直径 50~70 km。环形构造处于两条 EW 向断裂带和两条 NE 向断裂带交汇处, 尚有 NE, NW 向断裂、小型环形构造成群叠覆出现。重力场显示为大型重力低, 对重力资料进行上延 20 km 处理后, 重力低依然存在, 推测深部为一个大的岩浆房或大型花岗岩岩基。该环形构造区即为安远热隆。

安远热隆周缘分布一系列中生代火山盆地, 如白面石-菖蒲盆地、乌泥嶂盆地、密坑山盆地、版石盆地、九龙嶂盆地, 火山盆地中已探明较多铀矿储量, 并赋存有大中型锡矿床。

九龙嶂盆地位于安远热隆西部, 面积 120 余 km², 基底为元古代变质岩, 盖层为上侏罗统鸡笼嶂组火山岩系, 火山岩厚度 500~1 000 m, 岩性有流纹质熔结凝

灰岩、角砾凝灰岩、火山角砾岩、流纹质晶屑凝灰岩等。盆地局部为上白垩统红层覆盖, 剥蚀深度不大, 具有良好的铀矿成矿条件和找矿前景(图 1)。

1 铀矿地质特征

在九龙嶂盆地火山岩中已发现银坑山矿点、620 矿点、九龙嶂矿化点, 它们均位于盆地边缘部位, 其成矿地质特征如下。

1.1 银坑山矿点

位于九龙嶂盆地南(东)部边缘。赋矿岩性为流纹质熔结凝灰岩, $w(\text{SiO}_2) = 71.97\% \sim 76.34\%$, $w(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}) = 7.59\% \sim 7.96\%$, $w(\text{K}_2\text{O}) > \text{Na}_2\text{O}$, 综合指数平均 1.94。

构造以 NE-NNE 向断裂规模较大, 近 SN 向碎裂岩带与铀成矿关系最密切。

近 SN(或 NNW)向碎裂岩带, 主要有东、西两条, 宽 1~10 m, 长数百米, 产状 $250^\circ \sim 298^\circ \angle 51^\circ \sim 81^\circ$, 碎裂岩带内发育多组密集节理, 节理有时具弯曲揉皱现象。1 号、2 号矿化带产于其中。

1 号矿化带: 地表矿化异常长 90 m, 宽数米到十几米, 总体呈 SN(或 NNW)向, 受西碎裂岩带控制, 并被 NE 向 F₃ 断裂切错成南北两段。两个脉状工业矿体长分别为 60 m 和 10 m, 平均厚度 1.22 m 和

3.24 m, 品位 0.476% 和 0.338%。

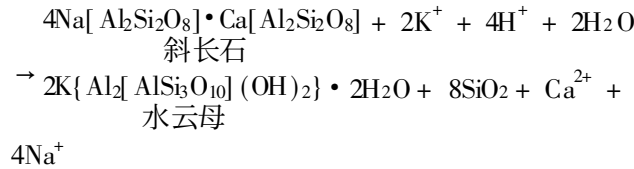
2 号矿化带: 地表矿化异常累计长约 80 m, 宽数 m, 走向近 SN(或 NNW) 向, 受东碎裂岩带控制, 见一个脉状工业矿体, 长 20 m, 厚 2.29 m, 品位 0.176%。

肉眼观察矿石, 大致可分红矿石和黑矿石两种类型。矿石呈碎裂块状, 内部结构与围岩相似, 呈熔结凝灰结构, 假流纹构造。矿石矿物主要见黄铁矿、黄铜矿及软锰矿。铀多呈吸附状态存在, 铀矿物主要见黄绿色次生铀矿(钙铀云母)。

矿石的热液蚀变作用较明显, 有绢云母化、水云母化和红化。

绢云母化: 主要呈鳞片状集合体形式交代斜长石、钾长石晶屑以及塑性玻屑、塑性岩屑等, 有的斜长石完全绢云母化, 蚀变矿物绢云母在矿石中含量可达 8% 以上, 在围岩中也有不同程度的绢云母化。绢云母化与铀矿化的关系较复杂, 可能是矿前蚀变类型。

水云母化: 表现为以显微鳞片状集合体形式交代斜长石晶屑、塑性玻屑及塑性岩屑, 有的裂隙中见淡黄色水云母集合体。蚀变矿物水云母含量最高可达 15%, 与铀矿化具有密切的时空关系。水云母交代斜长石的化学反应过程:



生成水云母需要吸收溶液中大量 H^+ , 因此, 推测蚀变热液的性质呈酸性或弱酸性, 温度和压力也不是很高, 应属岩浆热液前峰蚀变类型。

红化是伴随岩石水云母化的同时, 溶液向碱性转化, 致使 Fe^{3+} 与 OH^- 结合形成水针铁矿微粒浸染岩石所致, 肉眼观察, 红化愈强矿化愈好, 镜下观察, 水针铁矿微粒在矿石中含量最高可达 7% 以上, 分布也是不均匀的, 有的钾长石晶屑、塑性岩屑边部比内部水针铁矿微粒更密集些, 即红化更强烈些。

微量元素 Mo, Th, Ag 的质量分数与 U 的变化呈

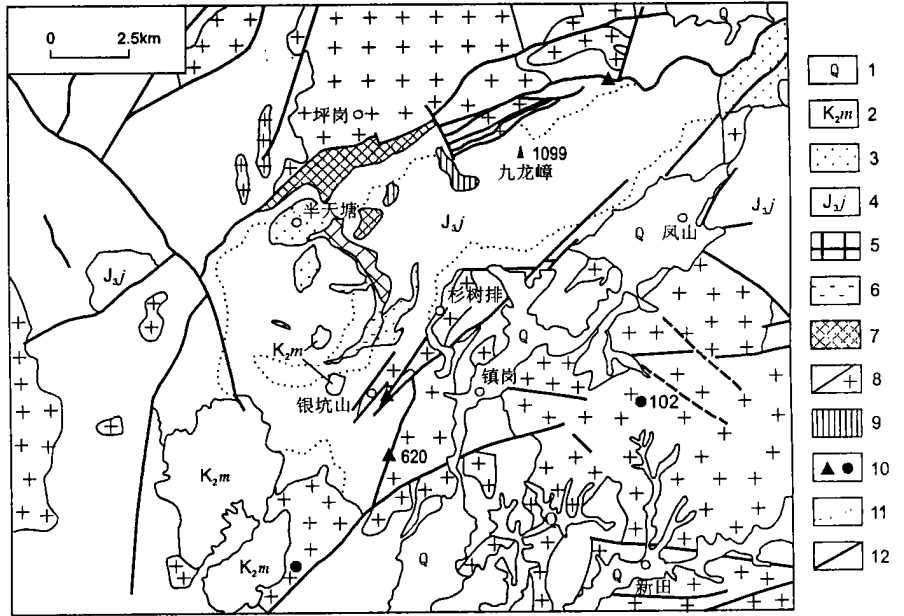


图 1 九龙嶂火山盆地地质略图

Fig. 1 Geological sketch of Jiulongzhang volcanic basin

1. 粘土、砾石层 2. 紫红色砾岩、砂砾岩、不等粒砂岩 3. 流纹质角砾熔结岩或火山角砾岩 4. 流纹质熔结凝灰岩 5. 流纹质晶屑凝灰岩 6. 沉凝灰岩 7. 碎屑岩、火山碎屑沉积岩 8. 变质花岗岩 9. 英安斑岩 10. 火山岩型及花岗岩型铀矿点 11. 岩相界线 12. 断裂

正相关, 特别是 U, Mo 关系很密切, 矿石中除 U 达工业品位外, Mo 也达工业品位, 最高达 1%。

Th^{4+} 和 U^{4+} 性质相似, 它们的硅酸盐和氧化物构造类型均相同, 常呈类质同像置换, 因此岩浆作用中 Th 和 U 常共生一起。银坑山铀矿点 $w(\text{Th})$ 呈增高趋势, 表明成矿作用属内生作用的范畴, 与岩浆热液有关。

1.2 620 矿点

位于盆地南(东)部边缘熔结凝灰岩与二云母花岗岩的接触构造带中, 距北部的银坑山矿点约 2 km。该接触构造带走向 NNE, 倾向 295° , 倾角 $60^\circ \sim 70^\circ$, 构造带宽 10~20 m, 带内发育多组密集剪切裂隙及构造角砾岩, 并具有矿化和蚀变现象。

2 个工业矿体, 呈脉状或透镜状, 其中 1 号矿体长 20 余 m, 厚 0.32~0.88 m, 延深 50 m, 品位 0.085%~0.173%, 并伴有低品位(表外)矿化, 另一个矿体由地表单工程控制, 长约 10 m, 厚 1.63 m, 品位 0.144%。

围岩蚀变表现在矿化地段的微红化、水云母化、绢云母化, 局部浸染状黄铁矿化、软锰矿化和次生铀矿化, 深部钻孔中尚见绿泥石化、碳酸盐化, 基底二云母花岗岩还见有钾长石化、白云母化。

地表 2 个弱矿化岩石样品的微量元素分析结果

表明, U 含量增高, Mo 也增高。T-20 号样 $w(\text{U})$ 和 $w(\text{Mo})$ 分别是 22.6×10^{-6} 和 21.3×10^{-6} ; T-19 号样 $w(\text{U})$ 和 $w(\text{Mo})$ 分别为 40.8×10^{-6} 和 197.6×10^{-6} 。其他元素如 Mn, Th, Cu, Pb 也有随 $w(\text{U})$ 的变化而变化的趋势。

620 矿点的成矿作用与银坑山矿点有相似之处, 控矿因素都是碎裂岩带, 与矿化有关的蚀变都是水云母化、红化(赤铁矿化), Mo 为主要伴生元素, 但与银坑山矿点相比, 与矿化有关的酸性蚀变强度稍弱些, 且往深部出现偏碱性热液作用, 伴生组分中已开始出现 Cu, Pb 等元素, 与银坑山矿点相比, 620 矿点可能处于岩浆热液成矿系统的偏下部的位置。

1.3 九龙嶂矿化点

位于盆地北部边缘, 矿化产于火山角砾岩与熔结凝灰岩相接触部位, 矿化弱, 呈团块状, $w(\text{U}) < 0.03\%$, 具星点状黄铁矿化、微红化。

2 成矿条件分析

九龙嶂盆地铀成矿条件表现在源、运、聚三方面。

2.1 盆地基底岩石的碱交代蚀变形成了巨大铀源场

中元古界中深变质岩是九龙嶂盆地基底的主要组成部分, 该套岩石的化学成分显示(表 1), $w(\text{SiO}_2) = 58.08\% \sim 77.28\%$, $w(\text{Al}_2\text{O}_3) = 10.33\% \sim 19.55\%$, $w(\text{K}_2\text{O}) = 2.31\% \sim 10.14\%$, $w(\text{Na}_2\text{O}) = 0.31\% \sim 3.72\%$, 主成分含量变化较大, 随着变质程度的加深, 即混合岩化作用的增强, 其变化趋势不明显。但是, 该套岩石的碱度较高且 $w(\text{K}_2\text{O}) > w(\text{Na}_2\text{O})$, 这种特征并不随变质程度或原岩类型的改变而改变。碱质很可能是区域变质之后叠加进去的。

表 1 盆地基底变质岩及侵入岩岩石化学成分

Table 1 Petrochemical composition of metamorphic rocks and intrusive rocks in the basin basement												$w_{\text{B}}/\%$	
岩石名称	样号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	备注
云母片岩	3486-1	58.08	0.93	19.55	7.35	1.54	0.053	1.2	0.04	0.37	4.57	0.18	(1)
石英片岩	3162	77.28	0.68	10.33	3.83	1.09	0.01	0.64	0.04	0.31	2.31	0.15	(1)
片麻岩	(K)AYQ3	71.62	0.36	13.83	3.19	2.09	0.2	1.15	0.44	1.75	3.83	0.04	(2)
黄洞混合岩	(K)FYQ1	64.22	0.38	16.46	1.44	0.84	0.04	0.76	0.6	3.72	10.14	0.09	(2)
变粒岩	3874	59.35	0.72	17.33	0.29	6.85	0.075	3.76	0.73	2.13	5.13	0.24	(1)
变粒岩	3497-1	72.5	0.7	11.55	1.06	3.92	0.065	1.76	0.09	0.94	4.11	0.18	(1)
部分混合岩	(A)AYQ2	71.27	0.51	12.38	4.35	0.82	0.16	1.75	0.66	0.31	4.47	0.13	(2)
混合岩	4 样平均	72.45	0.525	13.06	0.685	2.178	0.073	0.963	1.105	2.365	4.13	0.144	(3)
花岗岩	4 样平均	72.838	0.173	14.4	0.625	0.835	0.398	0.025	0.515	2.875	5.923	0.183	(2)

注: (1) 来源于 1:5 万隘高圩幅地质图说明书, (2) 来源于 1:5 万孔田幅地质图说明书, (3) 来源于 1:20 万寻乌幅区域地质矿产调查报告。

岩石交代现象普遍, 蠕英结构、缝合线结构、净边现象发育, 变质矿物普遍出现, 如夕线石、石榴石、金红石等, 其中见有夕线石被白云母交代包于微斜长石中及夕线石交代黑云母等现象。

放射性元素含量变化较复杂, 根据前人化学分析资料^①, 变余砂岩 $w(\text{U}) = 15 \times 10^{-6}$, $w(\text{Th}) = 21 \times 10^{-6}$, 条带状、眼球状混合岩的 $w(\text{U}) = 7 \times 10^{-6} \sim 27 \times 10^{-6}$, $w(\text{Th}) = 14 \times 10^{-6} \sim 33 \times 10^{-6}$, 总体情况是, U 含量较高, 但分布不均匀。Th 含量无明显变化规律。

变质岩中产有形态极不规则的石炭纪细粒二云

母花岗岩体, 在盆地南东部, 盖层直接覆于岩体之上, 岩体与变质岩的界线不清晰, 岩体中的白云母多属交代成因, 白云母交代斜长石及黑云母的现象很多, 有的地方钾长石含量明显增多, 化学成分以高 Si、富 K、贫 Ca, Fe, Mg, 且 $\text{K} > \text{Na}$ 为特征, 可见此岩体与其周围的变质混合岩一起遭受了以钾为主的碱交代作用。

杜乐天(1999)^[2]指出, 周期表中化学元素只有碱金属族的碱性最强, 具有最强的破坏岩石、矿物和释放矿质的交代能力。很多学者对花岗岩型铀矿的研究成果表明, 花岗岩中 80% 以上的 U 赋存在含量

① 华东地质局 264 大队. 1995. 赣南区域地质调查(安远—寻乌)报告(内部资料)。

仅有千分之几的晶质铀矿一种矿物中, 碱交代作用使晶质铀矿大量消失, U 相继转为活化状态。

九龙嶂盆地基底的碱交代作用, 可能形成于燕山早期, 与众多学者研究的花岗岩中的碱交代作用其本质是一致的, 也将使其中 U 转为活化状态, U 含量分布变得极不均匀, 从而具备了形成巨大铀源场条件。

2.2 浅成-超浅成侵入体的频繁活动既可带来深部岩浆房铀源又是铀源场铀活化迁移的热动力

九龙嶂火山盆地火山旋回末期或期后广泛发育浅成-超浅成侵入岩浆活动, 空间上与火山岩紧密伴生, 时间上晚于火山岩, 与火山岩一般为明显的侵入关系, 产状为岩株、岩瘤、岩墙、岩脉, 岩石类型有英安斑岩、石英二长斑岩、花岗斑岩、石英斑岩、辉绿岩等, 还有隐爆角砾岩的产出。

英安斑岩规模较大, 两个小岩体面积共 0.9 km^2 , 斑状结构, 基质为隐晶-霏细质, 斑晶含量 17%~35%, 成分主要为长石、黑云母及少量石英, 大小 0.23 mm , 基质呈显微粒状, 粒径 0.02 mm 左右, 成分主要为长英质矿物, 其次是黑云母, 见少量锆石、磷灰石。

英安斑岩(1 个样品) $w(\text{U}) = 9.5 \times 10^{-6}$, $w(\text{Cu}) = 205 \times 10^{-6}$, $w(\text{Pb}) = 5180 \times 10^{-6}$, $w(\text{Zn}) = 449 \times 10^{-6}$, $w(\text{Sb}) = 1.25 \times 10^{-6}$, $w(\text{Hg}) = 0.11 \times 10^{-6}$, $w(\text{Sr}) = 93.2 \times 10^{-6}$, $w(\text{Ba}) = 486 \times 10^{-6}$, $w(\text{V}) = 13.2 \times 10^{-6}$, $w(\text{Ag}) = 2.28 \times 10^{-6}$, 均高于熔结凝灰岩。熔结凝灰岩(2 个样品) $w(\text{U}) = 3.9 \times 10^{-6} \sim 6.78 \times 10^{-6}$, $w(\text{Cu}) = 9.93 \times 10^{-6} \sim 12.9 \times 10^{-6}$, $w(\text{Pb}) = 3.96 \times 10^{-6} \sim 40.7 \times 10^{-6}$, $w(\text{Zn}) = 44.4 \times 10^{-6} \sim 46.9 \times 10^{-6}$, $w(\text{Sb}) = 0.18 \times 10^{-6} \sim 0.27 \times 10^{-6}$, $w(\text{Hg}) = 0.004 \times 10^{-6} \sim 0.007 \times 10^{-6}$, $w(\text{Sr}) = 5.23 \times 10^{-6} \sim 6.89 \times 10^{-6}$, $w(\text{Ba}) = 22.8 \times 10^{-6} \sim 190 \times 10^{-6}$, $w(\text{V}) = 0.98 \times 10^{-6} \sim 7.02 \times 10^{-6}$, $w(\text{Ag}) = 0.11 \times 10^{-6} \sim 0.15 \times 10^{-6}$ 。似乎表明, 与火山岩相比, 浅成-超浅成侵入体与成矿的关系更为密切。

浅成-超浅成侵入体的频繁活动, 一方面可带来

丰富的深部岩浆房铀源, 另一方面可为基底矿源场中大多呈活化状态的 U 的进一步活化提供热动力, 即它不仅可使 U 进一步活化, 而且可使之聚集于岩浆流体中或其附近, 并随岩浆侵入而向上运移。

2.3 火山构造与区域构造的交接复合为铀矿形成创造了良好空间

盆地西部银坑山一半天塘一带, 显示较完整的火山机构形态, 喷发中心明显, 并具有环状、放射状断裂构造。当火山构造与区域线性构造(如 NE 向断裂构造)交接复合时, 火山机构的南(东)部银坑山一带, 浅部与深部(矿源场)的通道打开了, 浅部火山岩中的派生断裂(裂隙)尤其是张性、张扭性的碎裂带就成了良好的储矿空间。

3 找矿方向

勘查实践表明, 盆地东北部岩性较单一, 主要为柱状节理发育的流纹质熔结凝灰岩, 往西南部岩性变得较复杂, 流纹质熔结凝灰岩、角砾熔结凝灰岩、晶屑凝灰岩、沉凝灰岩、火山角砾岩等呈环带状分布(图 1), 是火山活动中心位置。热液蚀变(如绢云母化等)从北东到南西逐渐增强, 矿化信息趋于增多。盆地南(东)部银坑山一带, 火山构造与 NE 向线性构造交接复合, 岩浆热液型的银坑山、620 矿点, 地表初步揭露成果较好, 深部也有成矿信息的显示, 是盆地找矿方向和勘查重点所在。

参考文献:

- [1] 赖章忠, 王安城. 赣南中生代火山活动时代及岩浆来源[J]. 江西地质, 1996, 10(2): 111-117.
- [2] 杜乐天. 矿源问题评述与垃圾成矿假说[A]. 见: 陈毓川. 当代矿产资源勘查评价的理论与方法[C]. 北京: 地震出版社, 1999. 45-51.

STUDY ON GEOLOGICAL CHARACTERISTICS AND MINERALIZATION CONDITIONS OF U-DEPOSITS IN JIULONGZHANG VOLCANIC BASIN IN SOUTHERN JIANGXI PROVINCE

ZHANG Wan-liang^{1,2}, LI Zi Ying¹

- (1. *Beijing Research Institute of Uranium Geology, Nuclear Industry, Beijing 100029, China;*
2. *No. 270 Nuclear Industrial Research Institute, Nanchang county 330200, China*)

Abstract: Jiulongzhang volcanic basin, about 120km², is situated in the western part of "Anyuan Hot Doming" in Nanling mineralization belt. The basin basement consists of Caledonian-Yinsanian granites and Proterozoic metamorphic rocks, and the cover bed is the volcanic rock of Jinlongzhang formation of Late Jurassic. There are three U-ore spots in the edge of the basin. The Yinkengshan ore spot occurs in SN-trending cataclastic zones in rhyoignimbrites. Based on the study of the basement alkalic metasomatism, post volcanic hypabyssal-ultrahypabyssal magmatic activity and intersect features of volcanic tectonics and lineament structures, the authors consider that this basin has good uranium mineralization conditions of "Source-Migration-Concentration". The Yinkengshan area of the SE part of the volcanic apparatus, having good surface and deep mineralization messages, is an uranium ore exploration target.

Key words: basement alkalic metasomatism; hypabyssal-ultrahypabyssal magmatic activity; Yinkengshan ore spot; Jiulongzhang Basin; the south Jiangxi province

(上接第 176 页)

[2] 何维基, 钱国华. 赣西卡林型金矿床成矿地质条件及找矿前景 [J]. 矿产与地质, 2003, 17(增刊): 392-394.

[3] 杜定全. 赣西北中部逆冲推覆构造的形成时间和形成模式 [J]. 地质地球化学, 1998, (1): 57-61.

[4] 陈大经, 杨明寿. 赣西袁水坳陷卡林型金矿床地质特征 [J]. 矿产与地质, 2000, 14(6): 365-370.

[5] 王明耕, 索书田, 张明发, 等. 黔西南构造与卡林型金矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1994. 57-100.

[6] 何立贤, 曾若兰, 林立青. 贵州金矿地质 [M]. 北京: 地质出版社, 1993. 14-99.

[7] 胡受奚, 王鹤年, 王德滋, 等. 中国东部金矿地质学及地球化学 [M]. 北京: 科学出版社, 1998. 189-259.

[8] 杨科佑, 董振生. 滇黔桂及川西北卡林型金矿 [A]. 见: 中国科学院黄金科技工作领导小组办公室. 中国金矿研究新进展(第一卷) [C]. 北京: 地震出版社, 1994. 284-327.

[9] 刘建明, 叶杰, 刘家军, 等. 论我国微细浸染型金矿床与沉积盆地演化的关系 [J]. 矿床地质, 2001, 20(4): 367-376.

METALLOGENIC CHARACTERISTICS AND ORE-SEARCHING DIRECTION FOR CARLIN TYPE Au DEPOSITS IN THE WEST JIANGXI PROVINCE

HE Wei-ji

(*The Jiangxi Provincial Geology and Mineral Resources Exploration and development Institute, Nanchang 330001, China*)

Abstract: Carlin type Au deposits in the west Jiangxi province occurring in Pingxiang-Gaoan depression zone at the SE margin of Yangtze plate are hosted by the fine-grained clastic rocks and impure carbonate rocks of Lower Permian Maokou Formation and Lower Triassic Daye formation. The ore bodies are in layer or layeroid and lenticular forms located in cataclastic fracture zones, interformation cataclastic zones and unconformable plane. Generally such Au deposits are controlled by lithologies and structures. The mineralized anomaly areas in south of the two big nap zones are key prospects for furthur Au ore exploration.

Key words: Carlin type Au deposit; metallogenic characteristics; ore-forming pattern; ore-searching direction; the west Jiangxi province