

赣杭铀成矿带大洲矿田 定位条件分析及富大铀矿寻找

毛孟才

(核工业二七〇研究所,江西 南昌县 330200)

摘 要: 对大洲铀矿田定位条件分析认为,江山—绍兴地壳裂解拼接带制约了大洲铀矿田的定位,燕山晚期拉张裂陷作用则直接控制了铀矿床(体)的定位,而成熟陆壳、富铀基底及燕山晚期酸性火山喷溢作用形成的特定地球物理、地球化学块体是铀成矿的重要物质基础,两次推覆逆冲构造为铀成矿提供了必要的空间环境。研究表明,大洲盆地内已知的铀矿资源具有重要工业意义和良好的经济效益,该区是寻找大型、超大型层状火山熔岩型铀矿的重要靶区。

关键词: 火山岩型富大铀矿; 定位条件; 找矿前景; 大洲盆地; 浙江省

中图分类号: P612;P619.14 文献标识码: A 文章编号: 1001-1412(2002)03-0164-05

产生强烈挤压作用,其南侧相对隆起,而北侧的浙西北双溪坞群(800~1200 Ma)强烈变形并形成 NEE

1 铀矿定位条件分析

1.1 江山—绍兴地壳裂解拼接带制约大洲铀矿田的定位

研究表明,中国南方主要铀成矿带都经历了长期的地质构造活动及岩浆演化作用,而岩浆演化与构造活动紧密相联,岩浆火山活动大都发生在深大断裂的结点上,它们共同构成陆相火山岩型铀矿的成矿环境。大洲盆地发育于扬子地台与华南褶皱系两个一级大地构造单元的接触部位,是赣杭中生代岩浆火山活动带内一个大型的晚中生代火山断陷盆地,并受 NE 向江山—绍兴深断裂所控制。大洲铀矿田位于武夷山构造岩浆活动带与赣杭构造岩浆活动带的交接部位,紧邻江山—绍兴地壳裂解拼接带,铀成矿与之密切相关,赋矿流纹岩主要受 NE 向江山—绍兴深断裂带和 NNE 向雷公殿—大茶园基底断裂控制(图 1)。江山—绍兴深断裂带是中国东部一条非常重要的地壳裂解拼接带,根据同位素年代学研究成果,原始华夏陆块(1400~1800 Ma)处于长期隆起剥蚀状态,浙江最古老的中元古代地层——陈蔡群(1000~1400 Ma)是形成于裂陷槽中的火山—沉积变质杂岩系,神功运动使江山—绍兴深断裂带

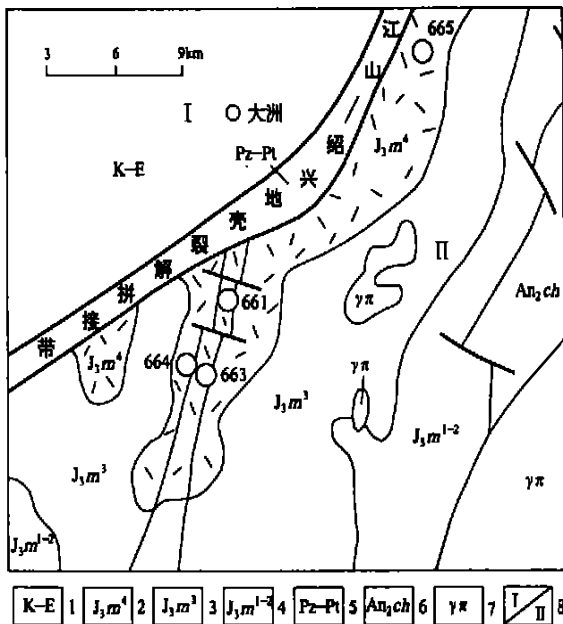


图 1 大洲铀矿田地质略图

Fig. 1 Geological sketch of Dazhou U-ore field
1. 下第三系—白垩系紫红色砂砾岩 2. 磨石山群四段流纹岩层夹绿色层(赋矿层位) 3. 磨石山群三段凝灰岩、熔结凝灰岩夹凝灰质砂岩 4. 磨石山群一、二段凝灰岩、熔结凝灰岩 5. 古生界—元古界混合岩、变质岩 6. 前震旦系陈蔡群片岩、片麻岩 7. 花岗斑岩 8. —扬子地台, —华南褶皱系

收稿日期: 2002-01-22; 修订日期: 2002-04-22

作者简介: 毛孟才(1962-),男,浙江奉化人,高级工程师,1986年毕业于华东地质学院地质系,长期从事放射性地质生产与科研工作。

向前陆盆地,沉积了骆家门、虹赤村、上墅组前陆盆地的磨拉石建造;晋宁运动使华夏陆块与扬子陆块地势北高南低,紧邻江山—绍兴碰撞带隆起剥蚀;印支运动使碰撞带北侧陆盆褶皱变形,而江山—绍兴地壳裂解拼接带有向北西推覆挤压活动。印支运动之后,中国东南沿海地区的地壳固结程度加强,而后进入大陆边缘活动演化阶段,燕山早期太平洋板块持续不断地向欧亚大陆板块俯冲,爆发了大规模的中生代岩浆火山活动,形成了不同类型的火山盆地,燕山晚期沿江山—绍兴深断裂带发育一系列规模巨大的断陷红盆,反映强大的区域性拉张环境,为铀成矿提供了重要的空间环境。江山—绍兴大型构造的规模大、贯通性强,具有长期的活动历史,为大洲地区地质构造基本格局的根本因素,是深源和浅源物质交换的重要场所,制约大洲矿田的定位,也是导致铀及其相关物质大规模分异、富集并形成大型、超大型矿床的重要条件。

1.2 燕山晚期拉张裂陷作用直接控制铀矿床(体)的定位

对于一个大型、超大型铀矿床来说,其矿质、流体、热能常常是多源的,因此区域成矿环境及成矿要素的匹配是高效铀成矿作用发生的关键,区域性拉张裂陷作用形成的断裂构造是含矿流体大规模运输的通道。江西—绍兴深断裂带的形成时间早,活动历史长,活动方式复杂,由于其切割深度大,多期活动产生的构造热液及地幔物质在上升过程中重熔地壳物质,这种壳幔混合的岩浆流体在进一步迁移和演化过程中能形成富铀构造岩浆体系,为铀成矿奠定了良好基础,而发育于大洲矿田的深大断裂系统无疑是深部铀的通道,特别是当深大断裂从压性向张性转换阶段,铀的活化、迁移加快,并在有利的空间富集成矿。因此,拉张裂陷作用是区内铀成矿的关键因素,它包括江山—绍兴深断裂系统某一活动阶段的拉张作用,也包括中生代岩浆火山活动引发的裂陷或塌陷作用。这种拉张裂陷作用既有主动的,又有被动的;既有区域的,又有局部的;它既是铀成矿流体的通道,又是铀富集的场所。从赣杭铀成矿带铀矿分布特征看,铀矿与白垩系红盆相毗邻,其成矿时间与白垩系红盆形成的时间相一致,根据同位素年龄,大洲矿田的铀矿体主要形成于 132~149 Ma,与区域性拉张裂陷作用和燕山晚期大规模岩浆火山作用引起的局部地区的裂陷、塌陷、断陷作用时间相一致,因此,成岩、成矿期的大规模拉张裂陷作用有利于在同一有限空间内发生大规模的铀成矿作用并形成大

型、超大型铀矿床。

1.3 特定的地球物理-化学块体是铀成矿的重要物质基础

浙江陆壳演化经历了地槽、地台及大陆边缘活动三大阶段,不同的大地构造环境形成了不同的岩浆岩组合。在地槽阶段主要为幔源-同熔型岩浆强烈活动时期,随着陆壳演化形成了拉斑系列、钙碱—碱性系列的火山岩,岩浆侵入及花岗岩化作用强烈;地台沉积及褶皱变形阶段仅有少量的同熔型岩浆侵入;大陆边缘活动阶段是改造型和同熔型岩浆活动的全盛时间。大洲地区基底岩石不但成熟度高,而且花岗岩化、混合岩化作用强烈,致使基底地层铀含量高(中元古代陈蔡群 $w(U) = 8 \times 10^{-6}$),是铀成矿物质的来源之一。大洲地区的中生代岩浆火山活动具有物质组分、喷发强度及活动方式等一系列有规律的变化,构成了明显的火山喷发韵律和分相性(表 1),该赋矿流纹岩层从中间相到顶部相有硅碱分离现象,其 SiO_2 含量增加,而 $(K_2O + Na_2O)$ 值降低(岩石化学成分见表 2)。铀含量从中间相到过渡相、顶部相有降低现象,说明流纹岩在结晶分异成岩过程中铀组分从顶部相迁出并进入岩浆火山期后热液中,为铀成矿提供充足的铀组分。该赋矿流纹岩的 $w(\Sigma REE) = 509.43 \times 10^{-6} \sim 681.62 \times 10^{-6}$,其中 $w(LREE)/w(HREE) = 11.28 \sim 14.48$, $w(La)_N/w(Yb)_N = 10.56 \sim 15.60$, $w(La)_N/w(Sm)_N = 4.27 \sim 4.94$, $w(Gd)_N/w(Yb)_N = 1.31 \sim 1.72$ (球粒陨石标准),属轻稀土富集型, $\delta(Eu) = 0.072 \sim 0.083$,弱正值异常,火山盖层的铅同位素组成与基底地层一致,火山岩中 $(w(^{87}Sr)/w(^{86}Sr))_0 = 0.7087 \sim 0.7190$,为壳幔混源的产物,该赋矿流纹岩的 K-Ar 年龄为 122~150 Ma, Rb-Sr 年龄为 140(± 14) Ma,形成于燕山晚期,它们是铀成矿的重要物质基础。

大洲盆地在布伽重力异常图上,位于布伽重力异常的梯度带上,在航磁(ΔT)平面等值图上显示 0~+100 nT 的低缓弱磁场,地面伽玛场以 3, 4, 5 级为主,航空伽玛场以 6 级场为主,航空能谱以偏高场($\geq 3 \times 10^{-6}$)为主,大于 5×10^{-6} 底沉积铀晕分布面积较大, $w(U)/w(Th)$ 值在 0.3~0.5 之间, $w(U)/w(K)$ 值在 0.0003~0.0005 之间,盆地内有航空能谱异常 16 个,水中铀、钍异常点 70 多个,与铀成矿相关的金属原(次)生晕大面积分布,并发现 Pb 异常($\geq 8 \times 10^{-6}$) 18 个, Cu 异常($\geq 70 \times 10^{-6}$) 8 个, Mo 异常($\geq 60 \times 10^{-6}$) 3 个, As 异常 3 个, Zn 异常 1 个,有闪锌矿点 1 个,铅锌矿点 2 个。铀成矿信息丰富,

已探明铀矿田 1 处(661, 663, 664, 665 矿床), 铀矿点 8 个, 铀矿化点 5 个, 较好铀异常点带 12 条, 一般铀异常点 700 多个。这种特定区域中铀及其相关元素

的地球物理-化学块体是铀成矿的重要物质基础, 也是形成大型、超大型铀矿床的必要条件。

表 1 大洲盆地赋矿流纹岩相岩性特征表

Table 1 Petrographic faces and lithology features of rhyolite—the host of U ore

地 层	岩 相	岩 性	熔岩层结构	熔岩层厚度变化	
磨石山群四段第一层	第 3 亚层	爆 溢 相	英安岩、角砾英安岩	第一绿色层	赋矿熔岩层的厚度中间相最大, 过渡相厚度不稳定, 顶板相和底板相厚度较小; 第一层熔岩层的堆积中心在大茶园地区, 第二层熔岩层的堆积中心在白西坑地区, 第三层熔岩层的堆积中心在虹桥头东侧地区;
	沉 积 相	凝灰质砂岩			
	溢 流 相	顶板相	块熔岩、球泡、玻基和流状流纹岩	第一流纹层	
		过渡相	球粒流纹岩		
		中间相	块状、斑状流纹岩层		
	相	过渡相	球粒流纹岩	第二绿色层	
		底板相	玻基和流状流纹岩		
		沉 积 相	凝灰质砂岩		
	第 2 亚层	顶板相	块熔岩、球泡和流状流纹岩	第二流纹层	
		溢 流 相	球粒流纹岩		
		中间相	块状、斑状流纹岩		
	相	过渡相	球粒流纹岩	第三绿色层	
		底板相	玻基和流状流纹岩		
		沉 积 相	凝灰质砂岩		
	溢 流 相	顶板相	块溶岩、珍珠、球泡和流状流纹岩	第三流纹层	
		过渡相	球粒流纹岩		
中间相		块状、斑状流纹岩			
相	过渡相	球粒流纹岩	第四绿色层		
	底板相	玻基和流状流纹岩			
	沉 积 相	凝灰质砂岩			

表 2 大洲盆地赋矿流纹岩层岩石化学成分特征

Table 2 Petrochemistry of the rhyolite

地质体	样品数	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	烧失	总量	W	δ	U
顶板相流纹岩	3	77.26	0.23	10.91	2.40	0.54	0.03	0.14	0.19	4.65	2.32	0.02	1.72	100.41	0.82	1.42	7.0
过渡相球粒流纹岩	2	76.17	0.25	11.07	2.14	0.85	0.03	0.21	0.13	5.44	2.29	0.04	1.27	99.89	0.72	1.80	8.0
中间相斑流纹岩	7	73.94	0.33	12.43	2.56	0.56	0.04	0.23	0.15	5.76	2.30	0.04	1.67	100.01	0.82	2.10	12.0
流纹岩	14	74.87	0.26	11.27	1.69	1.47	0.04	0.18	0.35	6.40	1.75	0.03	1.36	99.67	0.53	2.08	10.1
绿色层	8	74.88	0.30	11.68	1.77	1.11	0.03	0.36	0.31	5.39	0.75	0.03	2.87	99.48	0.61	1.18	13.6

$$W(\text{氧化系数}) = w(\text{Fe}_2\text{O}_3) / w(\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3); \quad \delta(\text{里特曼指数}) = \frac{w(\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O})^2}{w(\text{SiO}_2) - 43}; \quad w(\text{U}) / 10^{-6}$$

1.4 两次推覆逆冲构造为铀成矿提供了极为重要的空间环境

研究表明, 印支运动在大洲地区是自神功运动以来极为强烈的构造运动, 它使江山—绍兴地壳裂解拼接带北侧的浙西前陆盆地拗陷盆地发生强烈变形, 江山—绍兴地壳裂解拼接带南侧出现自南东向北推覆逆冲的特征(竺国强, 1997), 形成圈闭构造环境。印支运动以后, 中国东南部地壳演化进入了大陆边缘活动阶段, 由于燕山期太平洋板块持续不断地由东南向北

西俯冲, 使大陆地壳由北西向南东挤压, 在燕山早期形成了一系列左行引张构造; 燕山中期发生了大规模的岩浆火山活动, 形成了浙东南典型的断陷盆地并堆积了厚层状酸性熔岩; 燕山晚期由于断陷盆地挤压隆起, 在盆地向旁侧迁移过程中形成了平缓的推覆逆冲构造(图 2), 形成了另一圈闭构造环境。这两次推覆逆冲构造作用为大洲矿田铀成矿提供了极为重要的空间环境, 不但为铀成矿提供了良好的赋矿场所, 也对富铀矿体起了重要的保护作用。

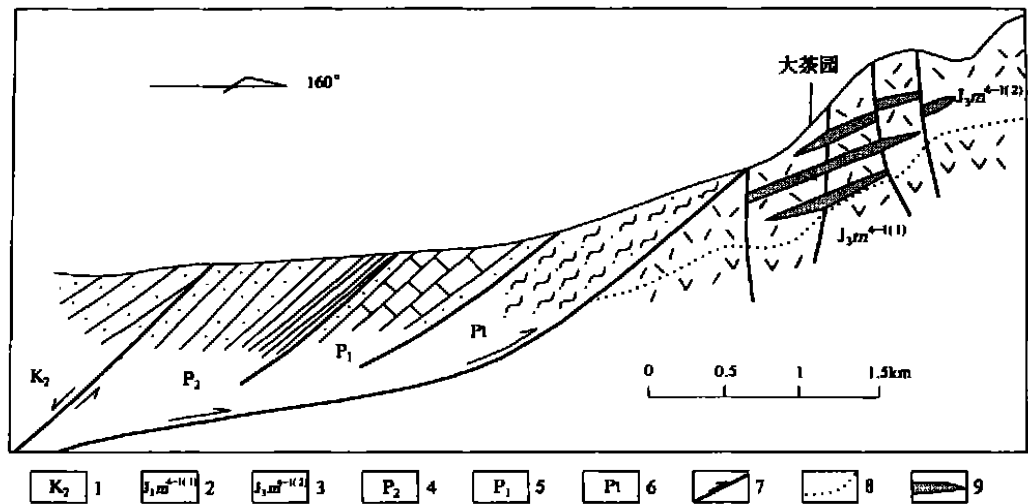


图 2 大洲铀矿田大茶园矿床燕山晚期推覆逆冲构造剖面示意图

Fig. 2 The Yanshanian nappe sketch in Dachayuan U ore deposit

1. 下白垩统 2. 上侏罗统磨石山组第四段第一层第 2 亚层 3. 上侏罗统磨石山组第四段第一层第 1 亚层
4. 下二叠统 5. 上二叠统 6. 元古界 7. 断裂构造 8. 推测界线 9. 铀矿体

2 富大铀矿寻找

在大洲盆地中取得重大的铀矿找矿成果, 目前已有铀矿田 1 处, 其中大型铀矿床 1 处, 中、小型铀矿床 3 个, 金属铀总量近万吨, 平均铀品位 $w(U) > 0.1\%$, 局部地段有富铀矿出现, 在裂隙密集地段、多组裂隙交叉部位、切层断裂与流纹岩层的交汇部位

往往形成富铀矿(655 矿床 $w(U) > 2.0\%$ 的矿体有 10 处以上, 663 矿床局部地段铀矿品位 $w(U) = 15\%$, 661 矿床有大量的 $w(U) > 0.3\%$ 富铀矿体), 因此大洲矿田不但有大矿, 而且有富矿; 且铀矿石的选冶性能好(粒度= 0.85 mm, 常压, 50 温度条件下, 用常规酸浸法搅拌 2 小时, 铀浸出率为 85%, 耗酸量为 2% ~ 8%, 氧化剂(MnO₂) 用量为 1.5%, 尾渣中 $w(U) = 0.01\%$), 经地表堆浸和地下破碎堆浸试验(表 3), 具重要的工业意义和良好的经济效益。

表 3 大洲铀矿田 661 矿床地表堆浸, 663 矿床地下破碎堆浸试验结果

Table 3 Results of surface heap leaching of 661 ore deposit and underground heap leaching of 663 ore deposit

矿床	试验操作条件		试验结果		经济效益
六六一矿床	铀矿石平均品位	0.112%	浸出酸耗	1.86%	经计算, 每吨矿石加工费为 108.10 元, 比常规水冶法生产 1 t “111” 产品减少成本 62 元, 利润率为 14.4%。
	铀矿石粒度	0 ~ 20 mm	液汁浸出率	84.59%	
	溶浸液酸度	5 ~ 10 g/l	渣汁浸出率	84.80%	
	浸出液固比	3 : 1	金属回收率	92.90%	
	铀矿石量	1021.38 t	尾渣铀含量	0.0167%	
	淋浸方法	人工喷洒	浸出时间	325 天	
六六三矿床	铀矿石平均品位	0.07%	浸出酸耗	1.28%	经计算, 每吨矿石生产 “111” 产品减少成本 48.58 元。
	铀矿石粒度	0.5 mm 占 60.6%	液汁浸出率	84.59%	
	溶浸液酸度	5 ~ 10 g/l	浸出金属量	872.3 kg	
	浸出液固比	2.23 : 1	尾渣铀含量	0.01%	
	淋浸方法	人工喷洒	浸出时间	330 天	

通过上述分析, 大洲盆地具备长期活动的大型构造、特定的铀及其相关元素的地球物理-化学块体、强大的拉张裂隙和推覆逆冲构造作用等特殊的铀成矿系统, 铀成矿条件良好, 根据铀总量预测 (1992 年), 本区尚有 G 级铀资源量 XXXX 吨, 找矿前景良好。几十年的铀矿找矿经验告诉我们, 在已知铀矿床外围和深部寻找新的铀矿床(包括隐伏矿床), 进一步扩大已知铀矿床的储量, 使现有中、小型

矿床扩大为大型、超大型铀矿床是寻找富大火山岩型铀矿的重要途径。目前的找矿仅局限于上部熔岩层中的贫铀矿化层,还没有充分注意到深部厚层状熔岩层中的富铀矿层,对 663, 664 矿床深部厚层状熔岩层中的富铀矿体有待进一步探索;只抓住了浅部裂隙密集地段中的小型富铀矿体,还没有把找矿重点放到切层构造与厚层状熔岩层交汇部位,对底部熔岩层的形态及其与下伏地层界面的铀矿有待进

一步研究和探索,特别是厚层状熔岩层与 NE 向断裂(包括隐伏)的复合部位是寻找层状火山熔岩型富大铀矿的重要地段。因此认为大洲盆地寻找大型、超大型层状火山熔岩型铀矿床是很有希望的。

致谢: 本文引用了核工业地质和矿冶系统在 660 矿田进行的铀矿普查、勘探及开采等成果资料,在此表示感谢!

ANALYSIS OF EMPLACEMENT CONDITION OF DAZHOU URANIUM ORE FIELD, GANHANG ORE BELT AND THE PROSPECTING DIRECTION OF RICH AND LARGE SIZE URANIUM ORE DEPOSIT HERE

MAO Meng-cai

(Research Institute No. 270, East China Bureau of Geology C.N.N.C., Nanchang County, 330200, China)

Abstract: Emplacement condition analysis of Dazhou uranium ore field shows that the field is controlled by the Jiangshan-shaoxing crustal breaching-amalgamation zone. The extensional and fault depressional activity directly controls location of uranium ore deposits (bodies). Geophysical and geochemical geoanomalies resulted from mature crust U-rich basement and vent eruption of Late Yanshanian volcanics laid material foundation, and two nappe thrusting provided space for the ore formation. The uranium mineral resource in Dazhou basin is of great industrial and economic importance and the basin is the target for large, superlarge lava type uranium ore deposits.

Key words: rich and large volcanic type U-deposit; emplacement conditions; ore prospect; Dazhou basin; Zhejiang province

欢迎订阅 2003 年《黄金》杂志

《黄金》杂志是由原国家科委、中华人民共和国新闻出版署批准的,由国家经贸委黄金管理局主管、长春黄金研究院主办的综合性技术刊物,也是黄金行业惟一的综合性科技期刊。主要报道黄金行业及其相关行业地质、采矿、选冶、分析与环保、管理等方面的科研成果,以及新理论、新技术、新动态、新方法、新工艺、新设备、生产技术经验等内容,同时开辟了工业应用、首饰之苑、黄金市场、企业之窗、综合信息、读者-作者-编者、中介之角等栏目。为发展和提高黄金生产技术水平服务,为中国黄金科技进步服务,为厂矿企业、广大读者及用户服务。

《黄金》内容翔实,信息量大,实用性强。具有权威性,发行量大,覆盖面广,现已遍布黄金、冶金、地质矿产、有色金属、核工业、化工、金融等系统及金银珠宝首饰行业等。

《黄金》现为美国《化学文摘》(CA)检索文献源,为《中国学术期刊综合评价数据库》来源期刊,已全文编入《中国学术期刊网》和《中国学术期刊(光盘版)》。

《黄金》广告树立了企业形象,创出了企业名牌,提高了企业知名度,增加了企业效益,是黄金行业的供求信息指南。

《黄金》为月刊,刊号:ISSN 1001-1277; CN 22-1110/TF,彩色封面,64 页,国际开本(297mm × 210mm),国内外公发行。邮发代号 12-47,全国各地邮局均可订阅。

每期定价 7.00 元,全年定价 84.00 元。需订阅者,可到当地邮局(所)订阅,也可直接通过《黄金》杂志社发行部订阅。我部长年办理零订、邮购业务。

地址:吉林省长春市南湖大路 54 号《黄金》杂志社发行部

电话:0431—5529838 5514586 转 3066

网址: <http://www.ccgri.com/gold>

邮编:130012

传真:0431—5521861

E-mail: journal@ccgri.com