

文章编号: 1001-1412(2000) 02-0166-08

湘赣边区中新生代走滑断裂系统 及对热液铀成矿作用的控制

李建威¹, 李先福², 李紫金¹, 傅昭仁¹

(1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074 2. 武汉化工学院, 湖北 武汉 430073)

摘要: 湘赣边区自晚三叠世开始进入全新的陆内走滑造山作用阶段, 并在白垩纪早期经历了从会聚走滑向离散走滑的转换。对该走滑断裂系统的构造解析及铀矿床成矿地质特征的综合分析表明, NNE 向走滑断裂直接控制了区域大规模热液铀成矿作用的发生。对走滑断裂控矿作用的特点进行了详细的讨论。

关键词: 走滑断裂; 热液铀矿床; 湘赣边区

中图分类号: P548; P619.14

文献标识码: A

走滑断裂是大陆造山带中一种非常重要的构造类型, 已受到国内外地质学家的普遍关注。大型走滑断裂因其延伸远、切割深、活动历史长、构造性质复杂且经常发生力学性质的转换, 故常常成为各种异常地质事件的有利场所, 如地震活动、岩浆作用、火山喷发、裂陷盆地沉积、断裂造山、大规模热液流体运移及中—低温金属成矿作用等。湘赣(粤)边区是著名的华南铀成矿省的重要组成部分, 区内产出了包括相山、鹿井、城口、长江、桃山、金银寨、岔头、金管冲等大型铀矿田或铀矿床。此外, 该区还是著名的钨、锡、钼、铅、锌、锑等多金属成矿带。本文在分析湘赣边区 NNE 向走滑断裂系统的构造特征及该区铀矿床产出的区域地质环境和矿化特征的基础上, 认为中新生代的陆内走滑直接控制了区域热液铀成矿作用, 并对其控制作用特点进行了详细的讨论。

1 中新生代走滑断裂系统

中国东部巨型郯庐断裂进入华南陆块以后, 转换为数条 NNE 向雁行斜列的走滑断裂系统^[1], 并直接控制了湘赣边区广泛发育的中新生代酸性岩浆岩带和断陷盆地, 由此构成了西环

收稿日期: 2000-03-20; 修订日期: 2000-04-10

基金项目: 国家自然科学基金项目(49572148)和国土资源部矿产资源定量预测与勘查评价开放实验室项目资助。

第一作者简介: 李建威(1970-), 男, 四川威远人, 1998年7月在中国地质大学获博士学位并留校工作, 主要从事矿床地质、成矿预测和数学地质方面的研究与教学工作。

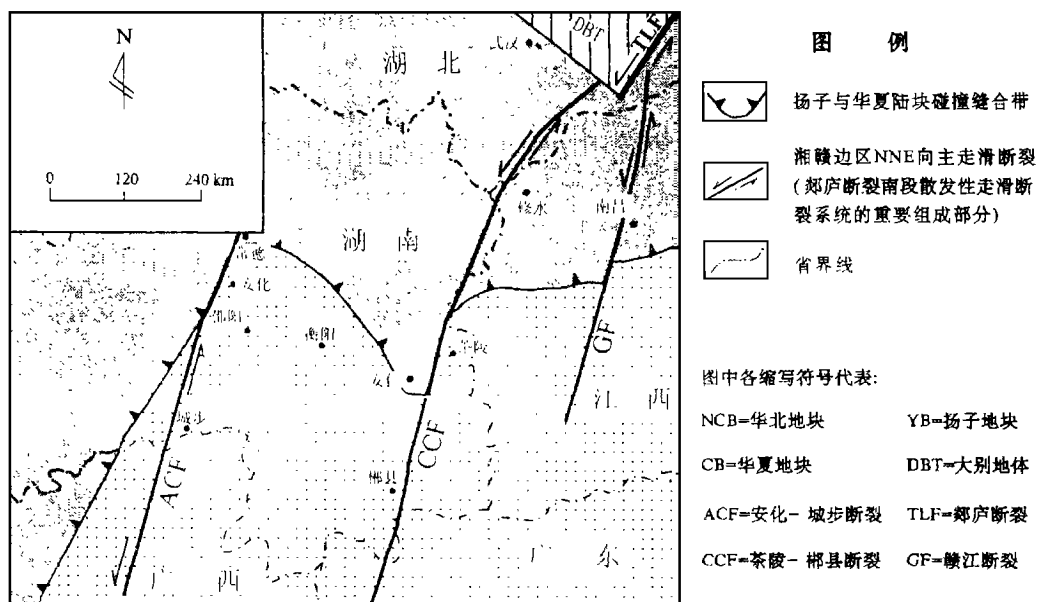


图1 湘赣边区大地构造背景及主走滑断裂分布特征^[6]

Fig. 1 Tectonic setting and structural pattern of the primary strike-slip faults in the area of eastern Hunan and western Jiangxi Provinces, SE China^[6]

太平洋成矿带内一条重要的高值地质矿产异常带^[2]。

1.1 走滑断裂系统的几何样式

以傅昭仁教授和李紫金教授领导的科研集体经过五年的野外和室内综合研究认为^[3], 鄱庐走滑断裂向南越过长江, 在江西修水以南切过九嶷—幕阜山根以后, 大体顺罗霄山脉西侧的湘赣边区南延, 在扬子和华南陆块内表现为数条 NNE 向、性质相近的雁列走滑系和一系列由深层走滑而导致的平移断裂网络系统, 其中本文研究的走滑断裂系是鄱庐断裂南段的重要组成部分。根据湖南和江西的区域重力场和区域磁场特征以及最新的地学大断面研究成果^[4,5]分析, 湘赣边区 NNE 向走滑断裂系统包括三条主走滑断裂, 从西向东依次为城步—安化断裂 (CAF)、修水—茶陵—郴县断裂 (CCF) 及赣江断裂 (GF) (图1), 以及与这些主走滑断裂配套的 NE 向同走滑断层 (即 P 断裂) 和 NW 向反向走滑断层 (即 R 断裂) (图2)。P 断裂主要包括湘阴断裂 (XF)、长寿街—双牌断裂 (CSF)、醴陵—攸县断裂 (LYF)、桂东断裂 (GDF)、资兴断裂 (ZF) 和遂川热水断裂 (SRF) 等; R 断裂有常德—安仁断裂 (CAF)、邵阳—郴县断裂 (SCF)、新宁—蓝山断裂 (XNF)、茶陵—大坪洞断裂等。P 断裂的总体走向 $32^{\circ} \sim 40^{\circ}$; 与主走滑断裂的夹角约 16° ; 平面上服从于雁行排列的组合型式, 断裂一般表现为顺走向的叠接或分支复合, 尾端则常常转为散发性的帚状断裂系统。R 断裂的总体走向为 $310^{\circ} \sim 320^{\circ}$; 平面上呈右行右阶

式排列(图 2)。

由于湘赣边区的地壳结构具有巨厚褶皱基底和沉积盖层的组成特点,故该走滑断裂系统在许多地方未表现出明显的直线位移带;另外,由于断裂所穿切的地质体的各向异性不同,断层在散发性、多级性、隐现性等方面的表现也不尽相同^[3]。特别是当断层与褶皱构造线方向近平行的区段,断层在地表的显示不明,这时只有通过地球物理资料和相关构造特征才能确定它的存在。在剖面上,P 断裂和 R 断裂在不同的构造层上也表现为不同的构造样式,并具有明显的花状构造特征:在表壳层内以平移正断层带的形式出现,而在沉积盖层内,则表现为剪曲断褶带,如邵阳—郴县、新宁—蓝山和常德—安仁断裂在湘中南地区的 D—T₁ 沉积盖层内就表现为明显的近 SN 向的印支褶皱断带,著名的祁阳弧和“大义山式”构造就是其具体表现形式;到了下壳层的结晶基底内,则表现为陡倾的断裂构造带。

1.2 NNE 向走滑断裂的构造演化

对区域剖面上的岩石组合、构造样式及其复合关系的解析表明,湘赣边区 NNE 向走滑断裂系统经历了两次明显的重大构造性

质转换(表 1)。其中 T₃—J 时期的会聚走滑在区内形成大量 NNE 向压扭性平移断层系及剪切重熔型花岗岩(图 2)。湘赣边区许多中生代花岗岩明显地受走滑断裂控制,典型的如连云山、衡山和大义山岩体。这种剪切重熔型花岗岩是该区重要的铀矿源岩。自白垩纪开始,区域走滑断裂系统的构造性质从会聚走滑向离散走滑转换,原来的压扭性平移断层转换成雁行张扭性断层系,大量的走滑盆地也在这一时期形成(图 3)。这一构造性质转换的高潮大约在 100~90

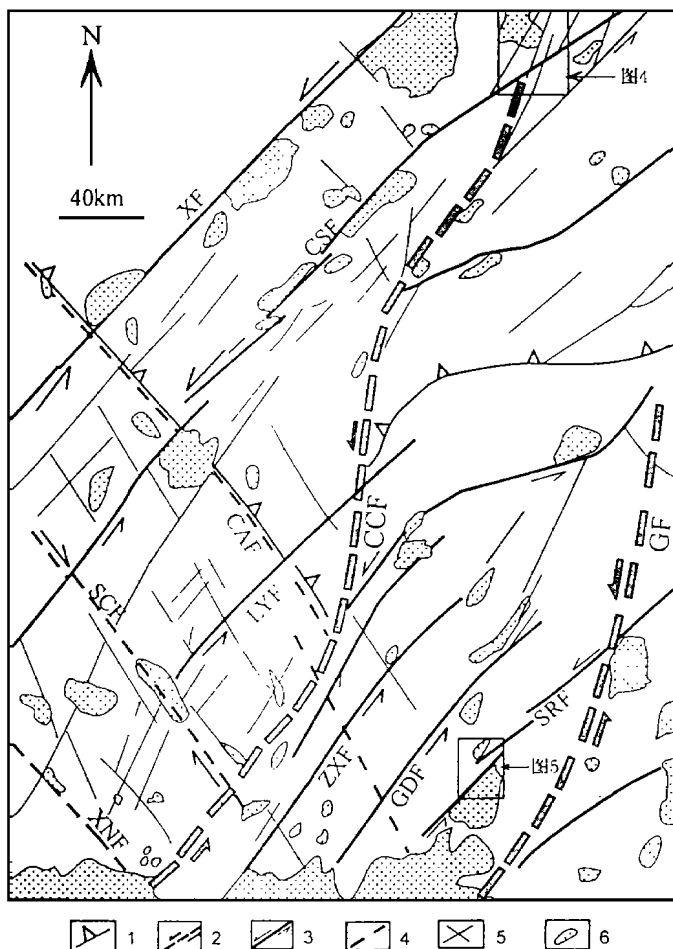


图 2 湘赣边区走滑断裂系统及剪切重熔型花岗岩的分布

Fig. 2 Strike-slip fault system and granitic plutons associated with shearing and remelting

1. 缝合带 2. 主走滑断裂 3. P 断裂 4. R 断裂
5. 次级断裂 6. 中生代花岗岩

图中各断裂代号的意义见正文。

Ma, 并直接导致了区内热液铀成矿作用的发生。

表 1 湘赣边区构造演化简表						
Table. 1 Sketch of tectonic evolution in the area of eastern Hunan and western Jiangxi						
变形旋回	期次	构造事件			典型构造样式	
		类 型	时 代	应力场特征		
燕山—喜山旋回	D ₅	会聚型平移断层作用	N ₁ —Q	NNE 向简单水平剪切(兼挤压)	NNE—NE 向压剪性断层, 现代盆-岭式构造地貌格局	
	D ₄	陆内走滑	K ₁ —E ₂	NNE 向左旋简单水平剪切(兼挤压)	NNE 向张扭性走滑断层系; 断陷盆地; 大规模热液活动及热液铀成矿作用	
	D ₃	造山作用	T ₃ —J	NNE 向左旋简单水平剪切(兼挤压)	NNE 向压扭性走滑断层系及伴生构造; 剪切重熔型花岗岩带; 走滑挤压型煤盆地	
海西—印支旋回	D ₂	华南陆块陆内俯冲造山作用	T ₂ 末	NNE-SW 向挤压	D—T ₂ 盖层内 NNE 向侏罗山式褶皱带, 褶皱基底的穹盆化	
加里东旋回	D ₁	扬子与华夏陆间碰撞造山作用	S ₃ -D ₁	近 SN 向挤压	华南陆块基底(前泥盆系)内近 EW 向阿尔卑斯型断褶系及板岩劈理化带	

2 湘赣边区热液铀矿床基本特征

2.1 铀矿床空间分布

湘赣边区铀矿床的空间产状明显地受 NNE 向走滑断裂系控制, 其具体的产出位置主要有: (1) 主走滑断裂带, 如金银寨大型铀矿床; (2) P 断裂带, 如相山、桃山矿田; (3) R 断裂带, 如垅头矿床; (4) P 断裂与 R 断裂的交汇部位; 如罗渡矿床和城口矿田; (5) 主走滑断裂或 P 断裂尾端的散发性帚状断裂系统, 如修水矿田、桃山矿田; (6) 走滑断裂的拉分叠接带, 如鹿井矿田, 其中最重要的是尾端帚状断裂系统(图 4)和拉分叠接带(图 5)。另外一个显著的特征是, 绝大多数铀矿床均围绕白垩纪—第三纪盆地的边缘分布, 反映出它们之间密切的关系(图 3。)

2.2 铀成矿时代

湘赣边区大规模的热液铀成矿作用主要发生在白垩纪—第三纪, 而缺乏更早的铀矿化。据沥青铀矿的 U-Pb 年龄测定结果^[7], 该区铀矿床的平均年龄为 70 Ma, 主要矿化年龄为 87, 67, 48 Ma。铀矿床的形成具有区域上的同时性, 即不论铀矿床的类型如何, 或产生什么位置, 其成矿年龄均十分相近。铀矿化时代的另一个显著特征是, 成矿作用普遍具有多期性, 这不仅表现在一个矿带和矿田, 而且表现在各个具体的矿床中, 如鹿井矿田内几乎每一个矿床都有两个以上的相差 10~20Ma 的成矿年龄。很明显, 区域铀成矿作用与 NNE 走滑断裂从会聚走滑向

何庆柏. 中南铀矿床汇编. 核工业中南地质局, 1992, 1-38.

离散走滑的构造转换及随后的张扭性走滑断层作用的时间接近。

2.3 矿化特征

按照容矿岩石不同,可将该区的铀矿床分为花岗岩(内带、外带)型、碳硅泥岩型、火山岩型和砂岩型,其中以前两种类型最为重要。不管容矿岩石如何,铀矿化特征却有很大的相似性和共同点。矿石的物质组成较简单,原生铀矿物以沥青铀矿为主,伴生的金属矿物和脉石矿物有黄铁矿、黄铜矿、方铅矿、闪锌矿、赤铁矿、石英(玉髓)、萤石、方解石、绿泥石和粘土类矿物。矿体形态在纵、横剖面上均主要表现为脉状、透镜状、似层状、团块状,走向 NE—NNE 和 NW,倾向 SE 或和 NE,倾角一般较大。矿石构造以细脉—网脉状、角砾状和浸染状为主,矿体的几何特征、产状及结构构造反映出明显的构造控矿作用。流体包裹体分析及稳定同位素研究^[8-11]说明,成矿流体为一种中低温热液体系,其代表性成分为 HCO_3^- , F^- , Cl^- , SO_4^{2-} , Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Li^+ , CO_2 , CH_4 , CO , H_2 。成矿流体中的水主要是沿断裂带循环加热的大气降水,而 CO_2 等矿化剂则有相当部分来自深部地壳或地幔。

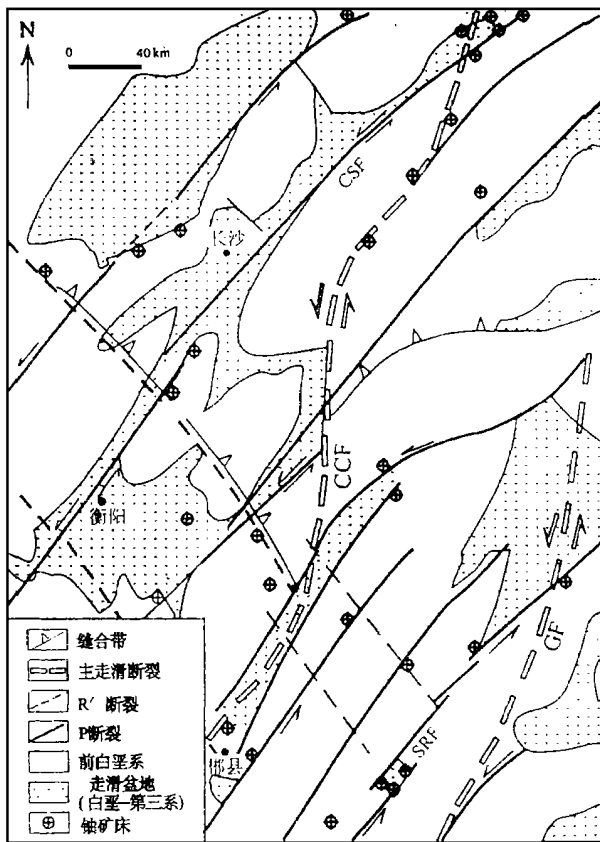


图3 湘赣边区离散型走滑盆地的分布

Fig.3 Strike-slip basins in the border area of Hunan and Jiangxi provinces

3 走滑断裂系对区域热液铀成矿作用的控制

区域构造解析和铀成矿特征分析表明,湘赣边区中新生代陆内走滑作用对热液铀矿床的形成具有明显的控制作用,主要表现在以下四个方面。

3.1 成矿物质来源控制

如前所述, NNE 向走滑断裂在三叠纪末至侏罗纪时期的会聚走滑导致了大量剪切重熔型花岗岩的形成,且多数花岗岩的铀含量较高, $w(\text{U})$ 在 10×10^{-6} 以上,有些达 $20 \times 10^{-6} \sim 40 \times 10^{-6}$,如鹿井矿田的花岗岩。这些花岗岩的母源岩一般为前寒武系浅变质泥砂质岩石,其中已经发生了铀的预富集作用, $w(\text{U})$ 达 $5 \times 10^{-6} \sim 6 \times 10^{-6}$,当母源岩经岩浆作用熔融后,其中的 U, Th 进入岩浆,并在岩浆房内发生强烈的分异作用而得到进一步的富集。这些富铀花岗岩冷

凝结晶后,又普遍发生了自变质作用^[10];同时,后期的走滑断裂再次活动使岩体发生广泛的交代和某些热液蚀变作用,从而大大改变了铀在各种造岩矿物和副矿物中的存在形式,使惰性铀转变成活性铀,最终提高了铀的活化系数和浸出率,为后期的成矿作用提供了铀源。当然,该区的前寒武系及某些古生界地层也是重要的成矿物质来源之一。

3.2 成矿构造条件控制

根据2.1节的叙述,NNE向走滑断裂系统直接导致了区内铀成矿作用的发生并决定了铀矿床的空间分布特征(图3)。一级构造即主走滑断裂控制了铀成矿区带的展布,而P断裂和R断裂则直接控制了铀矿田和铀矿床的定位。最重要的致矿构造部位是走滑断裂的拉分叠接带(图5)、尾端散发性帚状断裂带(图4)和P断裂与R断裂的交汇处。矿体的形态和结构特征也反映出明显的断裂控矿作用。铀矿体多产于走滑断裂派生的次级断层破碎带或其旁侧的裂隙中;矿体的产状也明显地与构造破碎带协调一致。

3.3 成矿时代控制

铀的主要成矿期与走滑构造性质由会聚向离散的转换期及离散走滑断裂的张扭性活动期一致。这种张扭性活动在走滑断裂的叠接带、弯曲部位和尾端形成一系列雁列状断陷盆地(包括拉分盆地、拉张盆地和纵向离散性盆地^[1]),区内大多数铀矿床围绕着这些盆地产出,在时间上紧随断陷盆地之后。另外,在离散期内又有次一级的构造性质更替,造成多数铀矿床成矿作用的多期多阶段性。该区89,67,48Ma这三个成矿年龄即是走滑断裂在一个主构造期内多次活动的反映。

3.4 成矿媒介控制

源、媒、场、相是热液成矿作用所必需的四大因素,其中的媒是指成矿媒介即流体。野外地质调查、显微构造研究、流体包裹体和断层岩的岩石化学分析资料均表明,湘赣边区NNE向走滑断裂带内有大量的流体活动。对断裂带内变形岩石的成分变异和体积变化的计算结果显示,走滑变形过程中的流体/岩石比率可达 10^5 g/m^3 量级^[12]。这种大规模的流体活动对矿源岩中成矿元素的活化迁移及促进铀矿床的形成具有积极的作用。离散走滑期形成的大量断陷盆地和张扭性断层系统为大规模的大气降水循环、加热并最终形成含矿流体提供了足够的水源和运移条件,这一点已为氢、氧同位素资料所证实^[8]。另外,走滑断裂因深切下地壳或岩石圈,为深部以 $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$ 为主的流体向上释放打开通道^[13],而 CO_2 是使铀发生结合迁移的最重要的矿化剂之一。 CO_2 的深源性也为碳同位素的研究所证实^[11]。

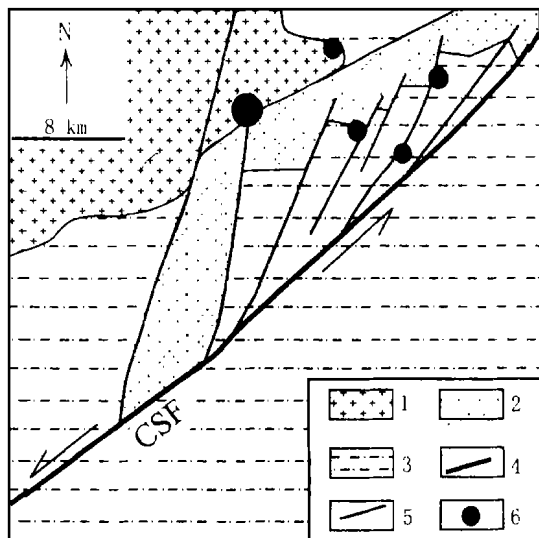


图4 长寿街—双牌断裂北东尾端的帚状断裂及铀矿床

Fig. 4 Brush structure at northeastern end of the CSF and associated uranium deposits

1. 中生代花岗岩 2. 白垩—第三系 3. 古生界和上元古界
4. P断裂(CSF) 5. P断裂尾端帚状断裂 6. 铀矿床

4 结论

综上所述,湘赣边区中新生的陆内走滑断层作用明显地控制了该区热液铀成矿作用的发生;但铀矿床的形成却经历了漫长的地质地球化学历史演化过程。结合表 1 和前面的论述,可将 NNE 向走滑断裂的构造背景、构造演化和相关的成矿作用总结为: (1) 扬子和华夏陆块前寒武系基底含碳碎屑岩的沉积作用: 初始矿源层形成; (2) 扬子和华夏陆块的陆间碰撞作用: 使前寒武系地层发生紧闭线性褶皱, 形成板岩劈理化带和初始容矿场地; (3) 华南联合陆块的陆内俯冲作用: 古生界地层(D—T₂)的侏罗山式褶皱和 NNE 向逆冲断层发育, 第二期成矿场地准备; (4) NNE 向会聚走滑断层作用: 剪切重熔型富铀花岗岩和压扭性断裂系统形成, 第三期成矿场地准备; (5) 离散走滑层作用: 含矿流体在张扭性断层系内循环、运移, 并在有利的构造场地沉淀, 工业铀矿形成。到了始新世, 走滑断层的性质又转换为会聚型(压扭性), 至此, 大规模热液铀成矿作用结束。

走滑断裂还是金等多金属矿床的产出部位。国外如新西兰曼德尔半岛附近 Martha 山的金矿脉系(Sibson, 1987), 加里福尼亚南部的 Mesquite 金矿(Willis 等, 1992), 澳大利亚昆士兰州东北部的 Wirralie 和 Bimurra 地区的金矿(Henley 等, 1992)等都直接受控于走滑断层的活动; 国内的如胶东金矿集中区、阿尔泰地区金矿等也可能与走滑断裂有密切的成生关系(许志琴等, 1997)。众所熟悉的许多控金韧性剪切带也都是走滑型的, 如广东河台金矿、张家口小营盘金矿、小秦岭地区的潼峪和文峪金矿等, 因此, 走滑断裂带中的金成矿作用应该成为一个很有意义的研究课题。我国大陆受太平洋板块和印度板块的作用强烈, 而且陆间和陆内碰撞亦十分活跃。因而走滑断裂系十分发育, 为我们研究其中的金矿床形成机制提供了十分有利的地质构造条件。

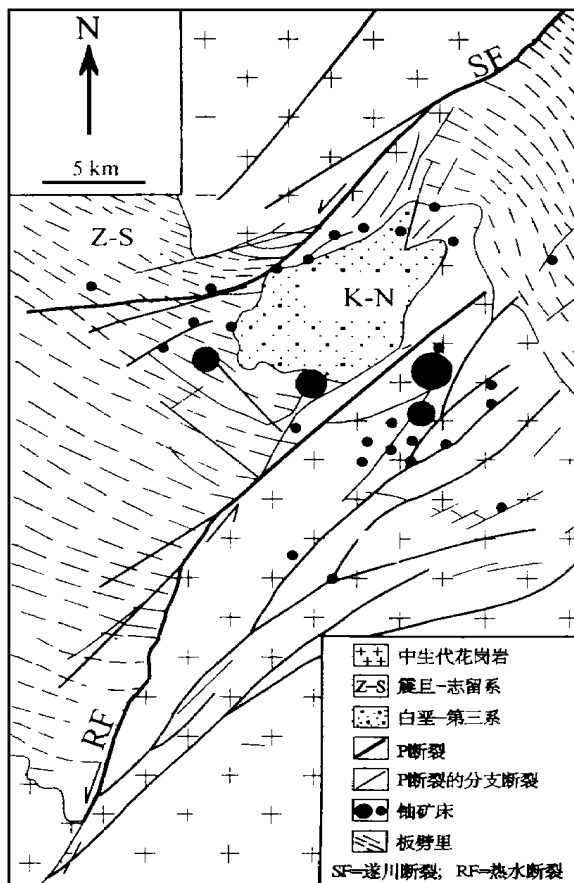


图 5 遂川—热水走滑断裂的拉分叠接带及其控矿作用
Fig. 5 Pull-apart stepover between the Suichuan and Reshui fault and the associated uranium deposits

参考文献:

- [1] 徐嘉炜. 论走滑断层作用的几个主要问题[J]. 地学前缘, 1995, 2(2): 125-126.
- [2] 赵鹏大, 池顺都. 初论地质异常[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1991, 16(3): 241-248.
- [3] 傅昭仁, 李紫金, 郑大瑜. 湘赣边区 NNE 向走滑造山带构造发展样式[J]. 地学前缘, 1999, 6(4): 263-272.
- [4] 秦葆瑚. 台湾-四川黑水地学大断面所揭示的湖南深部构造[J]. 湖南地质, 1991, 10(2): 72-99.
- [5] 饶家荣, 王纪恒, 曹中一. 湖南深部构造[J]. 湖南地质, 1993, 增刊 7, 26-48.
- [6] Li Jian-Wei, Zhou M. F., Li Xian-Fu. The Hunan-Jiangxi strike-slip fault system, South China: South extension of the Tancheng-Lujian gault [J]. Tectonophysics, in review.
- [7] 李耀崧. 华南花岗岩型铀成矿时代及成因探讨[A]. 见: 杜乐天主编, 花岗岩型铀矿文集[C]. 北京: 原子能出版社, 1982: 325-336.
- [8] 李建威, 李先福, 李紫金等. 湘东地区某些典型铀矿床的成矿流体特征[J]. 地质科技情报, 1999, 18(4): 63-66.
- [9] 王联魁, 刘铁庚. 华南花岗岩型铀矿 H, O, S, Pb 同位素研究[J]. 地球化学, 1987, 16(1): 67-77.
- [10] 张祖还, 章邦桐. 华南产铀花岗岩及有关铀矿床研究[J]. 北京: 原子能出版社, 1991, 78-121.
- [11] 胡瑞忠, 李朝阳, 倪师军等. 华南花岗岩型铀矿床成矿热液中 CO₂ 来源研究[J]. 中国科学(B), 1993, 22, 189-196.
- [12] 李建威, 李先福. 湘赣边区中生代走滑断裂带的流体-岩石相互作用[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1999, 24(5): 480-483.
- [13] Newton R. C. Fluids and shear zones in the deep crust[J]. Tectonophysics, 1990, 182: 21-37.

THE MESOZOIC-CENOZOIC INTRACONTINENTAL STRIKE-SLIP FAULT SYSTEM AND THE ASSOCIATED HYDROTHERMAL URANIUM MINERALIZATION IN THE BORDER AREA OF EASTERN HUNAN AND WESTERN JIANGXI PROVINCES

LI Jian-wei¹, LI Xian-fu², LI Zi-jin¹, FU Zhao-ren¹

(1. China University of Geoscience, Wuhan 430074, China;

2. Wuhan College of Chemical Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: The Mesozoic-Cenozoic tectonics in the border area of eastern Hunan and western Jiangxi provinces is marked by a NNE-trending intracontinental strike-slip fault system, which is characterized by structural transformation from convergent to divergent strike-slip deformation initiated from early Cretaceous. Analyses of structural pattern of this regional fault system and mineralization features of uranium ore deposits hosted in the strike-slip faults of various scales indicate that Mesozoic-Cenozoic hydrothermal uranium mineralization was directly controlled by NNE-trending strike-slip faulting. The ore-controlling of this fault system is detailed.

Key words: Strike-slip faults; hydrothermal uranium deposit; the border area of eastern Hunan and western Jiangxi provinces.