

# 火山岩型铀矿床成矿构造控制特征

## ——以俄罗斯 Streltsovka 火山岩型铀矿床与 中国相山火山岩型铀矿床为例

刘 雷<sup>1,2</sup>, 胡瑞忠<sup>1</sup>, 商朋强<sup>1,2</sup>, 杨社锋<sup>1,2</sup>, 张国全<sup>1,2</sup>

1. 中国科学院 地球化学研究所 矿床地球化学重点实验室, 贵阳 550002; 2. 中国科学院 研究生院, 北京 100039

**摘 要:** 本文通过对俄罗斯 Streltsovka 火山岩型铀矿床和中国相山火山岩型铀矿床的对比研究, 发现两矿床具有相似的成矿构造控制特征: 走滑挤压至拉张伸展的构造转化是矿床形成的有利构造机制; 盆地格网状断裂构造对铀的成矿起着导矿、控矿和容矿的作用; 多次构造叠加形成的独特的盆地二元结构是成矿的有利因素。根据对这些构造控制特征的分析, 提出了火山岩型铀矿床找矿勘探的几点建议。

**关 键 词:** 火山岩型铀矿床; 成矿特征; 构造控制

**中图分类号:** P619.14 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-2802(2005)04-0363-06

火山岩型铀矿床通常指与酸性至中性的火山岩类及其衍生的沉积物有关的铀矿床<sup>[1]</sup>。从前寒武纪到第四纪, 几乎所有大陆板块上都有与火山岩有成因联系的铀矿床<sup>[2]</sup>。全球已经发现了不少大型和超大型火山岩型铀矿床。如美国的 McDermitt 和 Marysvale 铀矿床, 俄罗斯的 Streltsovka 铀矿床, 蒙古的 Dornot 铀矿床和中国相山铀矿床等<sup>[3~8]</sup>。因此火山岩型铀矿床作为一种重要类型的铀矿床引起了国内学者普遍关注, 对其研究和认识经历了一个较长时期并已取得丰硕成果。

江西相山火山岩型铀矿床和俄罗斯 Streltsovka 火山岩型铀矿床都受中生代大型火山塌陷盆地的控制, 盆地具有相似的独特“二元结构”。相山铀矿床受相山火山塌陷盆地控制, 中生代火山岩直接覆盖在基底变质岩系上, 构成“二元结构”<sup>[9]</sup>; Streltsovka 铀矿床受 Tulukuevka 火山塌陷盆地控制<sup>[10]</sup>, 矿床直接赋存于加里东期和海西期的花岗岩基底的塌陷式火山洼地中。两盆地的火山活动都具有两期喷发旋回, 第一期为裂隙式喷发, 第二期为中心式喷发。在喷发结束后发生大规模塌陷, 最后形成控制矿床的火山塌陷盆地。两个矿床成矿时代相

近, 相山铀矿床有两期矿化: 分别为 100 Ma 与 120 Ma; Streltsovka 铀矿床的矿化年龄为 135 Ma<sup>[3]</sup>。两矿床的成矿特征见表 1。基于两个矿床上述的诸多相似因素, 我们选择它们作为比较研究的对象。

前人已研究过构造作用在铀成矿中的作用<sup>[11]</sup>。本文通过对俄罗斯 Streltsovka 铀矿床和中国相山铀矿成矿特征, 发现构造活动在矿床的形成中起到了至关重要的作用, 并依此提出了火山岩型铀矿找矿勘探一些建议。

### 1 大地构造背景

相山铀矿床地处扬子板块与华南加里东褶皱带结合部位, 所处相山大型塌陷式火山盆地坐落在区域性南北向长期活动赣中南花岗岩隆起带与北东向赣杭火山岩拗陷带复合巨型大地构造带上。Streltsovka 火山岩型铀矿床所处的火山塌陷盆地位于西伯利亚地台南缘, 古生代地槽褶皱系中寒武纪中间地块上, 定位于北东向阿尔贡断裂带, 以及 NE、SN 向断裂带交汇部位, 属于额尔古纳成矿带中北段。两矿床的区域地质背景分别见图 1 和图 2。

收稿日期: 2005-03-11 收到, 2005-05-31 改回

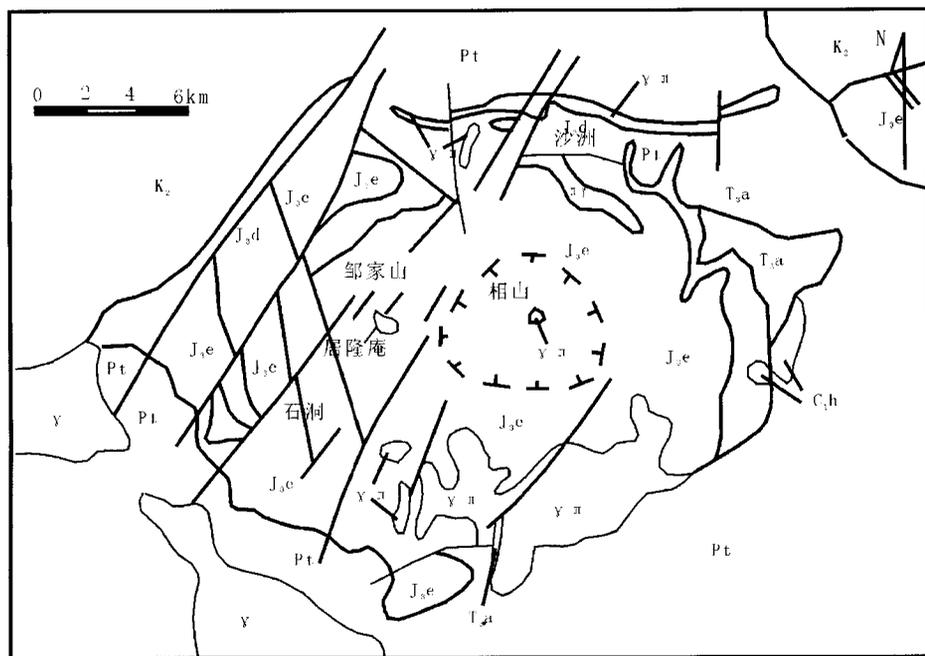
基金项目: 中国科学院知识创新工程重要方向项目资助(KZCX3-SW-125); 国家杰出青年基金资助项目(49925309)

第一作者简介: 刘雷(1980), 男, 硕士研究生, 矿床地球化学专业. E-mail: lerry00@sina.com.

表 1 Streltsovka 铀矿床和相山铀矿床成矿特征对比

Table 1 The metallogenetic character of Streltsovka and Xiangshan uranium deposit

成矿特征	Streltsovka 火山岩型铀矿床	相山火山岩型铀矿床
控矿构造	Tulukuevka 火山塌陷盆 <sup>[10]</sup>	相山火山塌陷盆地 <sup>[9]</sup>
成矿年龄	135 Ma <sup>[3]</sup>	120 Ma 和 100 Ma(两期成矿) <sup>[23]</sup>
脉石矿物	石英、萤石、方解石 <sup>[3]</sup>	石英、萤石、方解石
赋矿围岩	碎斑熔岩、次闪长花岗岩及英安流纹岩 <sup>[3]</sup>	流纹岩、英安岩及一些次火山岩
铀迁移形式	铀酰碳酸盐和铀酰硫酸盐 <sup>[3]</sup>	铀酰碳酸盐和铀酰氟化物 <sup>[24]</sup>
蚀变作用	晚古生代(二叠纪)热液交代蚀变作用,包括矿钾长石化、钠长石化、矽卡岩化及萤石和硫化物的云英岩化; 另一次晚中生代热液交代蚀变作用包括水云母交代蚀变和石英-碳酸盐-硫化物交代蚀变 <sup>[21]</sup>	一次是富钠的碱性热液活动,形成钠交代型铀矿(120 Ma);另一次为富氟的酸性-弱酸性热液活动,形成萤石-水云母型铀矿床(100 Ma) <sup>[9]</sup>
成矿物质来源	铀源 填充在火山口中的过碱性流纹岩;从火山口熔融体或者下伏岩浆房排出的流体;微碱性的基底花岗岩 <sup>[3]</sup> 成矿流体 大气降水 <sup>[3]</sup>	火山-侵入杂岩体(碎斑熔岩、次闪长花岗岩及英安流纹岩)及基底变质岩 <sup>[25]</sup> 火山岩浆水、大气降水相混合热液 <sup>[26]</sup>
矿物组合	①氧化物系列:沥青铀-含钍沥青铀矿-方钍石;②钛酸盐系列:钛铀矿-含钍钛铀矿-含铀酰钛矿;③硅酸盐系列:铀石-铀钍石-含铀钍石-钍石;④磷酸盐系列:含铀磷钍石-磷钍石-含铀磷灰石 <sup>[3]</sup>	①沥青铀矿和铀-钼矿,主要矿物有沥青铀矿、钛铀矿、铀石;②与钠碱质低温交代有关的碳酸盐-绿泥石-钠长石铀矿,主要矿物有沥青铀矿、钛铀矿、铀石,其次是晶质铀矿 <sup>[27]</sup>



1. K<sub>2</sub> 2. J<sub>3e</sub> 3. J<sub>3d</sub> 4. T<sub>3a</sub> 5. C<sub>1h</sub> 6. Pt 7. Y 8. Y 9. Y 10. 11.

1. 上白垩统砂砾岩; 2. 鹅湖岭组晶屑、玻屑凝灰岩、碎斑熔岩; 3. 打鼓岭组粉砂岩、英安流纹岩;
4. 安源组砂岩、砂砾岩; 5. 华山岭组砂岩、石英砂岩; 6. 变质岩; 7. 次花岗闪长斑岩;
8. 次斑状花岗闪长岩; 9. 燕山期花岗岩; 10. 断裂; 11. 火山颈(推测)

图 1 相山铀矿床地质略图

(据核工业华东地质局 261 大队, 1985)

Fig 1 Geological map of Xiangshan uranium deposit, China (after 261 Team of Nuclear Bureau in East China)

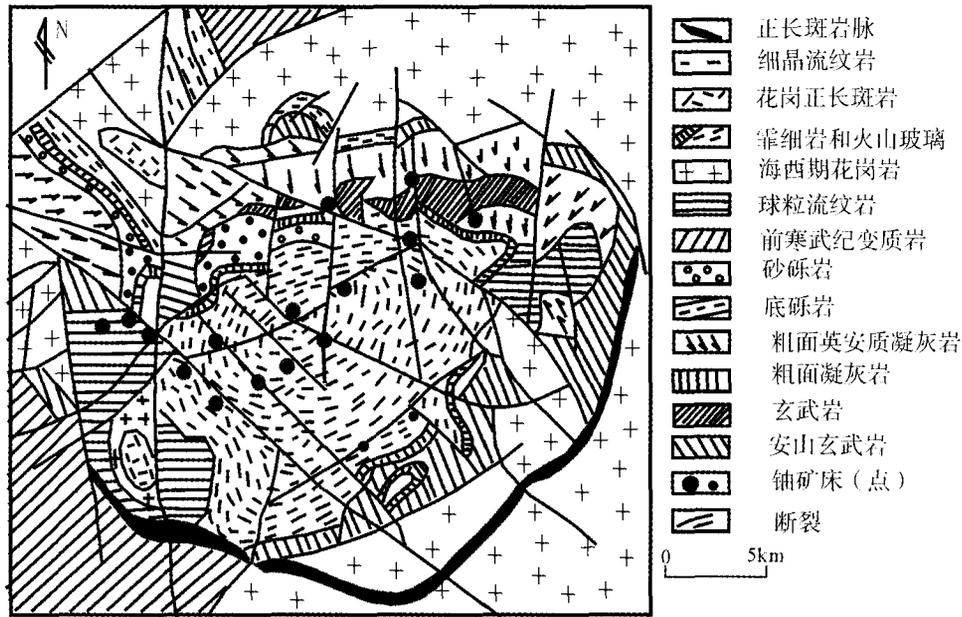


图 2 Streltsovka 铀矿床地质略图(据谭克仁等,2003)

Fig. 2 Geological map of Streltsovka uranium deposit, Russia(after Tan *et al.*, 2003)

## 2 讨 论

对比研究表明,构造活动在火山岩型铀矿床的形成中有着极其重要的作用。

(1) 先走滑挤压后拉张伸展构造活动是矿床形成的有利构造机制。矿床形成于地壳运动由挤压性质转化为拉张性质的地质时期。拉张作用可以导致地壳表层与地幔物质贯通,从而使深部成矿物质上升参与成矿作用<sup>[12]</sup>。伸展构造活动脉动性及其相应岩浆作用决定了铀成矿的多期与多阶段性<sup>[13]</sup>。

相山铀矿床主要受德兴—遂川断裂控制,在中—新生代经历了挤压走滑、拉张演化阶段,为成矿奠定了构造基础。走滑形成大规模走滑断裂带,拉张使断裂带下切。相山火山塌陷盆地内沿北东向断裂产出的英安玢岩,盆地东部和西部产出的辉绿岩及煌斑岩脉,无疑是地壳强烈拉张、断裂深切导致幔源物质侵位的结果。十分有意义的是基性脉岩侵入时间为 120 和 100 Ma,它们正好与相山铀矿床主成矿期年龄(分别为 119±1 Ma 和 99±2 Ma)在误差范围内完全一致<sup>[14]</sup>,可见这两期构造活动对成矿的控制作用。Streltsovka 铀矿床也经历了两期明显断裂构造活动<sup>[15]</sup>:第一期伴随有大规模的玄武岩喷发,以挤压性质为主,表现为走滑断裂;第二期发生于火山旋回晚期,即大规模的火山岩浆作用之后,以拉张性质为主,表现为断陷盆地。这种先挤压走滑、后拉张伸展的构造活动在澳大利亚奥林匹克

坝火山岩型铀矿床也可见。伸展构造活动产生有利构造环境是导致火山岩型铀成矿的重要原因。铀矿化一般形成于伸展构造活动比较强烈的时期,伸展活动的规模越大、演化时间越长,成矿作用越强烈<sup>[13]</sup>,因为强烈、充分的伸展构造活动可以为成矿提供充足的成矿物质和成矿能量,并且产生有利构造环境也是矿床形成的关键因素。

(2) 盆地格网状断裂构造对铀成矿起着导矿、控矿和容矿作用,盆地基底为成矿提供了重要物质来源。控制相山铀矿床的火山盆地基底的主体构造线为东西向,其次为南北向;盖层构造为北东向。矿床位于盖层复合在基底上的立交桥式构造结合点上。Streltsovka 铀矿床坐落于晚侏罗世 Tulukuevka 火山塌陷盆地内<sup>[15]</sup>。断裂构造可分为北东向地壳断裂,北西向、南北(北北东)向基底断裂和次级北西向、北东向、东西向盖层断裂等。盆地内与铀成矿有关的层间构造和环状构造也很发育。这些相交的构造,构成一个导矿、控矿和容矿格网状断裂构造体系。

相山火山盆地基底变质岩主要由泥沙质碎屑沉积变质岩和基性火山变质岩组成,形成时代为元古代<sup>[16]</sup>。它们至少经历过晋宁期、加里东期的变质变形作用。相山盆地多数基底变质岩样品 U 含量较低,一般为  $(2.2 \sim 5.0) \times 10^{-6}$ ,最高达  $7.5 \times 10^{-6}$ ,最低为  $0.5 \times 10^{-6}$ 。全部样品的 U 平均含量为  $2.78 \times 10^{-6}$ ,低于沉积岩中铀的克拉克值  $3.2 \times 10^{-6}$ <sup>[17]</sup>。研究表明,铀在变质作用后期以丢失为

主<sup>[18]</sup>(表2),虽然所有现代岩石中铀含量都较低,但相山基底变质原始含量相对较高,变质作用中铀发生了重新分配,变质岩中铀以活动铀为主。变质作用特别是混合岩化作用可促使岩石中铀活化,对铀起一定的预富集作用。基底变质岩与赋矿火山岩地球化学特征对比表明,两者有相似的 Sr、Pb、O、S 同位素组成、REE 配分模式和微量元素组合,说明相

山火山塌陷盆地基底变质岩是一个重要的铀源。Streltsovka 铀矿床基底主要由海西期和加里东期黑云母花岗岩、里非期花岗片麻岩和前寒武系变质岩组成。各期基底花岗岩均显示出广泛硅、钾交代。铀含量为 $(5.5\sim 6.7)\times 10^{-6}$ 。这种富铀演化成成熟度高的基底为形成富铀的中生代火山岩建造提供了物质基础,为铀矿床提供了铀源<sup>[19]</sup>。

表 2 基底变质岩各类岩石 U 的近代得失情况

Table 2 Recent gain and loss of uranium in various rocks from basement metamorphic rocks

样品	岩石	U <sub>p</sub> ( $\times 10^{-6}$ )	Pb( $\times 10^{-6}$ )	<sup>206</sup> Pb	<sup>207</sup> Pb	<sup>208</sup> Pb	U( $\times 10^{-6}$ )	$\Delta U(\%)$
X-09a		1.60	18.90	24.87	21.37	52.39	2.81	-43.06
X-59	斜长角闪岩	0.70	8.90	24.84	21.33	52.47	1.32	-46.97
X-56-5		1.60	21.40	24.80	21.45	52.39	3.21	-50.16
X-39	角闪片岩	0.90	30.80	24.80	21.33	52.51	4.55	-80.22
G-10		1.20	18.40	24.83	21.33	52.49	2.73	-56.04
G-4	石英角闪片岩	2.40	13.40	24.95	21.27	52.43	1.99	20.60
X-47		3.20	11.10	24.73	21.31	52.59	1.64	95.12
X-50		2.70	58.90	24.79	21.42	52.42	8.81	-69.35
X-67	石榴云母片岩	1.70	18.90	24.74	21.33	52.57	2.81	-39.50
Y-9		2.00	44.00	24.71	21.26	52.64	6.49	-69.18
X-45		1.80	11.90	24.63	21.22	52.69	1.77	1.69
X-34	千枚岩	2.50	99.20	24.65	21.39	52.60	14.89	-83.21
X-31a		4.70	30.00	25.07	21.17	52.41	4.40	6.82
Y-5		1.90	45.40	24.80	21.32	52.52	6.77	-71.94
N-1-3	变粒岩	3.10	48.60	24.71	21.39	52.54	7.25	-57.24
N-3		5.20	59.70	24.60	21.32	52.72	8.91	-41.64

注: U<sub>p</sub> 样品中铀的测定值; U 样品中原始铀含量(据胡恭仁等,1998)

尽管相山铀矿床和 Streltsovka 铀矿床基底组成不同,前者是变质岩,后者是花岗岩,但都为成矿提供了铀源,是成矿物质的一个重要来源。

(3)多次构造叠加形成的盆地二元结构、构造活动带来的丰富成矿物质与能量,是成矿有利因素。

相山铀矿床所在的火山盆地位于北东向赣杭火山带西南段,又处于南北向赣中南花岗岩带最北端,即赣杭拗陷带与赣中南隆起带的复合处,中生代火山岩系直接覆盖在变质岩系之上,构成独特的二元结构,形成上叠式火山盆地,这种独特的二元结构,大大缩短了矿液向上运移的路程,减少了运移过程中矿化剂的消耗,最终使矿质大量聚集成为可能。这种结构在俄罗斯 Streltsovka 火山岩型铀矿床中也可见到<sup>[10]</sup>,该矿床产于直接叠加于加里东期和加里东期花岗岩基底上的塌陷式火山盆地。

### 3 几点认识

综上所述,成矿过程中发挥重要作用的构造活动有:从走滑挤压向伸展拉张构造性质的转变;对铀

成矿所起的导矿、控矿和容矿的盆地格网状断裂构造都为矿床的形成提供有利条件的构造叠加活动。

笔者提出如下建议:

(1)在具有多期花岗岩化作用的前寒武纪中间地块上,发育有深断裂控制的晚侏罗世火山喷发带,在其基础上形成的大型火山塌陷盆地,是寻找火山岩型铀矿的有利地区。盆地中不同方向构造结合部位是找矿重点。例如,我国华南东部处于亚洲活动大陆边缘,岩浆活动强烈频繁,各时代花岗岩广泛发育,出露面积大<sup>[20]</sup>,铀含量(平均为 $9.8\times 10^{-6}$ )为世界铀平均含量( $3.5\times 10^{-6}$ )的 2.8 倍<sup>[21]</sup>,是良好的铀源体。而且这些地区往往深断裂构造十分发育,不仅数量大、规模大,而且长期多次活动。它们一方面控制了华南东部中—新生代火山岩浆分布,另一方面也能从地幔深部提供各种矿化剂与成矿热能。

(2)中、新生代构造活动和岩浆活动对铀成矿意义重大。我国是中、新生代构造-岩浆活动最发育、最强烈地区之一,所以寻找大型-超大型火山岩型铀矿前景较好。华南(包括江西、湖南、广东、广西、浙

江、福建等)是富铀区,众多铀矿田的分布已充分证明了此区具有优越的铀源条件与热液条件。华东南在燕山期进入伸展构造活动阶段,形成了广泛分布的中、新生代断陷盆地和各种拉张断裂。在赣粤闽三省交界处,上杭-云霄断裂带和武夷山环状构造相交,并与邵武-河源、政和-大埔深断裂相交,与赣杭构造带相联系,在这些断裂带的交接部位,断裂带中的火山盆地与火山洼地都是找矿重点区域。

(3)盆地基底可以控制矿床的形成,为成矿提供物质来源。Streltsovka 矿床的矿体延伸进盆地基底。与相山矿床一样具有十分相似的火山盆地结构。相山矿床受陡倾斜构造控制<sup>[28]</sup>,产于火山岩石中,矿体有顺陡倾斜构造向下延伸到基底中的可能。相山地区的基底震旦系片岩中也有铀矿化<sup>[24]</sup>,因此,可以推测相山盆地基底有较好的找矿前景。这提示我们应充分重视盆地基底构造。

(4)Streltsovka 矿床中矿体自现代侵蚀面向下延伸 1500 m,甚达 1900 m,仍有矿体产出,并形成矿带;相山铀矿床最大的勘探深度仅 1000 m 左右,而且矿床一个特点是越深矿越富,在-570 m 标高仍有 4‰以上的富矿体。所以相山矿田内构造较发育、岩石孔隙度较大的地段是找矿的远景区。

**致谢:**本文是在毕献武研究员的指导帮助下完成的,同时刘荣博士、赵军红博士、双燕同学和袁顺达同学也给予了帮助,在此表示衷心的感谢。

#### 参考文献 (References):

- [1] Goodell P C. Classification and model of uranium deposits in volcanic environments [A]. Uranium Deposits in Volcanic Rocks[Z]. IAEA, Vienna, 1985. 1-16.
- [2] Leroy J L, George-Aniel B. The volcanic rocks as source rocks for uranium mineralizations[J]. Chemical Geology, 1988, 70(1-2): 188.
- [3] Aliouka Chabiron, Michel Cuney, Bernard Poty. Possible uranium source for the largest uranium district associated with colcanism: The Streltsovka Calderal (Transbaikalia, Russia) [J]. Mineralium Deposita, 2003, 38: 127-140.
- [4] Cuningham C G, Ramussen J D, Steven T A. Hydrothermal uranium deposits containing molybdenum and fluorite in the Marysvale field, west-central Utah[J]. Mineralium Deposita, 1998, 33: 477-494.
- [5] Stephen B Castor, Christopher D Henry.<sup>8</sup> Geology, geochemistry, and origin of volcanic rock-hosted uranium deposits in northwestern Nevada and southeastern Oregon, USA[J]. Ore Geology Reviews, 2002, 16: 1-40.
- [6] Hamilton E I. Uranium deposits in volcanic rocks[A]. Proc. Tech. Comm., El Paso, Texas, 2-5 April 1984, IAEA, Vienna, 468. The science of the total environment[C]. Volume 63, May 1987: 275.
- [7] 罗毅. 东蒙古多尔诺特火山构造盆地中的铅-铀和萤石矿床[J]. 国外铀金地质, 1995, 12(3): 193-203.  
Luo Yi. Pb-Zn and fluorite deposites in Dornot volcanic structure basin, East Mongolia[J]. Overseas Uranium and Gold Geology, 1995, 12(3): 193-203. (in Chinese)
- [8] 言炎. 蒙古多尔诺特硬岩铀矿开发的观察与思考[J]. 国外铀金地质, 2000, 17(3): 200-202.  
Yan Yan. Observing and thinking about the Dornot regid-rock uranium deposit of Mongolia[J]. Overseas Uranium and Gold Geology, 2000, 17(3): 200-202. (in Chinese)
- [9] 陈贵华, 陈名佐. 相山铀矿田成矿条件分析[J]. 铀矿地质, 1999, 15(6): 329-337.  
Chen Guihua, Chen Mingzuo. Analysis on metallogenic conditions of Xiangshan uranium orefield[J]. Uranium Geology, 1999, 15(6): 329-337. (in Chinese with English abstract)
- [10] 谭克仁, 侯惠群, 蔡新平, 郑大瑜. 斯特列佐夫斯克铀矿床构造岩浆活化控矿特征及成矿规律[J]. 大地构造及成矿学, 2003, 27(1): 91-98.  
Tan Keren, Hou Huiqun, Cai Xinping, Zheng Dayu. Tectono-magmatic activation ore control and metallogenic regularities in the streltsov uranium deposit[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2003, 27(1): 91-98. (in Chinese with English abstract)
- [11] 胡瑞忠, 毕献武, 苏文超, 彭建堂, 李朝阳. 华南白垩-第三纪地壳拉张与铀成矿的关系[J]. 地学前缘, 2004, 11(1): 153-160.  
Hu Ruizhong, Bi Xianwu, Su Wenchao, Peng Jiantang, Li Chaoyang. The relationship between uranium metallogenesis and crustal extension during the Cretaceous-Tertiary in South China[J]. Earth Science Frontiers, 2004, 11(1): 153-160. (in Chinese with English abstract)
- [12] 马杏桓. 论伸展构造[J]. 地球科学, 1982, 18(3): 15-21.  
Ma Xinyuan. Extensional tectonics[J]. Earth Science, 1982, 18(3): 15-21. (in Chinese)
- [13] 陈跃辉, 陈祖伊. 华东南中生代伸展构造时空演化与铀矿化时空分布[J]. 铀矿地质, 1997, 13(3): 129-138.  
Chen Yuehui, Chen Zuyi. Space-time evolution of Meso-Cenozoic extensional tectonics and distributions of uranium mineralizations in southeastern China[J]. Uranium Geology, 1997, 13(3): 129-138. (in Chinese with English abstract)
- [14] 陈肇博. 华东南中生代火山岩中的铀矿床[J]. 地质学报, 1988, 56(3): 235-242.  
Chen Zhaobo. Uranium deposits in mesozoic volcanic rocks in southeastern China[J]. Geologica Acta, 1988, 56(3): 235-242. (in Chinese)
- [15] 罗毅, 王正邦, 周德安. 额尔古纳超大型火山热液铀成矿带地质特征及找矿前景[J]. 华东地质学院学报, 1997, 20(1):

- 1—9.  
Luo Yi, Wang Zhengbang, Zhou Ddean. The geologic characteristics and prospecting prospect of Eerguna super-large volcanic hydrothermal type uranium metallogenic belt [J]. Journal of East China Geological Institute, 1997, 20(1): 1—9. (in Chinese with English abstract)
- [16] 章邦桐, 胡恭仁, 王长华. 赣中相山新元古代变质岩的首次确定[J]. 中国区域地质, 1997, 16(2): 222—224.  
Zhang Bangtong, Hu Gongren, Wang Changhua. First determination of the Neoproterozoic metamorphic rocks in Xiangshan, central Jiangxi Province [J]. Regional Geology of China, 1997, 16(2): 222—224. (in Chinese)
- [17] 王剑锋. 铀地球化学教程[M]. 北京: 原子能出版社, 1988.  
Wang Jianfeng. Uranium geochemistry [M]. Beijing: Atomic Energy Press, 1988. (in Chinese)
- [18] 胡恭任, 章邦桐. 相山火山塌陷盆地基底变质岩 U 的地球化学研究[J]. 铀矿地质, 1998, 14(1): 1—6.  
Hu Gongren, Zhang Bangtong. Geochemical study of uranium in basement metamorphic rocks of Xiangshan volcanic collapse basin [J]. Uranium Geology, 1998, 14(1): 1—6. (in Chinese with English abstract)
- [19] 罗毅. 中亚—东蒙古地区火山岩型铀矿概况及成矿规律[J]. 国外铀金地质, 1994, 11(3): 193—202.  
Luo Yi. General situation and metallogenetic rules of volcanic rocks-hosted uranium deposits in mid-Asia, East Mongolia region [J]. Overseas Uranium and Gold Geology, 1994, 11(3): 193—202. (in Chinese)
- [20] 邱爱金, 郭令智, 郑大瑜, 舒良树. 江西相山地区中、新生代构造演化对富大铀矿形成的制约[J]. 高校地质学报, 1995, 5(4): 418—424.  
Qiu Aijin, Guo Lingzhi, Zheng Dayu, Shu Liangshu. Constraints of Meso-Cenozoic tectonic evolution on formation of rich and large uranium deposits, Xiangshan, Jiangxi Province [J]. Geological Journal of China Universities, 1995, 5(4): 418—424. (in Chinese with English abstract)
- [21] 李耀松. 华南花岗岩型铀矿床成矿时代及成因探讨[A]. 花岗岩型铀矿文集[C]. 北京: 原子能出版社, 1982.  
Li Yaosong. Time and cause of formation of granite-hosted uranium deposits in southern China [A]. Corpus of the granite-hosted uranium deposits [C]. Beijing: Atomic Energy Press, 1982. (in Chinese)
- [22] 周文斌, 史维浚, 吕跃进. 相山铀矿田成矿作用的地球化学模拟[J]. 地球化学, 1997, 26(5): 62—69.  
Zhou Wenbin, Shi Weijun, Lu Yuejin. Geochemical modeling of mineralization processes for Xiangshan uranium orefield [J]. Geochimica, 1997, 26(5): 62—69. (in Chinese with English abstract)
- [23] 王传文, 陈肇博. 1220 破火山口断裂构造体系及其对铀矿化的控制[C]. 北京铀矿地质研究所年报, 1980. 126—133.  
Wang Chuanwen, Chen Zhaobo. 1220 crater rife tectonic system and the its control to the uranium ore-forming [C]. Annals of Beijing Uranium Geology Institute, 1980. 126—133. (in Chinese)
- [24] 杨建明, 王前裕. 某地区火山岩铀矿床成矿热液运移形式及沉淀机理[J]. 中南工学院学报, 1999, 13(1): 53—58.  
Yang Jianming, Wang Qianyu. Uranium migration form and precipitation mechanism of mineralizing solution in an area volcanic rock type uranium deposits [J]. Journal of Central-South Institute of Technology, 1999, 13(1): 53—58. (in Chinese with English abstract)
- [25] 孙占学. 相山铀矿床铀源的地球化学证据[J]. 矿物学报, 2004, 24(1): 19—24.  
Sun Zhanxue. Uranium sources of the Xiangshan uranium orefield geochemical evidences [J]. Acta Mineralogica Sinica, 2004, 24(1): 19—24. (in Chinese with English abstract)
- [26] 李学礼, 孙占学, 史维浚. 相山铀矿床成矿热液的水源探讨[J]. 水文地质工程, 1992, 19(3): 13—16.  
Li Xueli, Sun Zhanxue, Shi Weijun. The water resource of metallogenetic hydrothermal fluid of Xiangshan uranium deposit [J]. Hydrogeology, 1992, 19(3): 13—16. (in Chinese with English abstract)
- [27] 赵永祥. 相山铀矿田成矿系列[J]. 华东地质学院学报, 1995, 18(2): 128—134.  
Zhao Y X. Uranium metallogenetic series in Xiangshan ore field [J]. Journal of East China Geological Institute, 1995, 18(2): 128—134. (in Chinese with English abstract)

## Tectonic-Control on Volcanic Rock-Hosted Uranium Deposits

### —Example by the Streltsovka Volcanic Rock-Hosted Uranium

### Deposit, Russia and the Xiangshan Volcanic Rock-Hosted Uranium Deposit, China

LIU Lei<sup>1,2</sup>, HU Rui-zhong<sup>1</sup>, SHANG Peng-qiang<sup>1,2</sup>, YANG She-feng<sup>1,2</sup>, ZHANG Guo-quan<sup>1,2</sup>

1. Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guiyang 550002, China; 2. The Graduate School, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100039, China

**Abstract:** It is indicated that there are some similar geological features between the Streltsovka volcanic rock-hosted uranium deposit, Russia and the Xiangshan volcanic rock-hosted uranium deposit, China. Tectonic change from strike-slip compression to extension is propitious to ore-forming. Netty faults in sedimentary basin play the important role for transportation and deposition of the metallic materials. Another control factor for ore-forming is special binary structure formed by repetitious tectonic activities. According to this study, some propositions on ore-exploration are given.

**Key words:** volcanic rock-hosted uranium deposit; characteristics of ore-forming; tectonic control