

CNTC-00710  
(BRIUG-0009)

CN9400809

# 中国核科技报告

CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT

燕辽成矿带西段火山盆地  
铀成矿条件及远景评价

CONDITIONS AND POTENTIAL EVALUATION OF  
THE URANIUM MINERALIZATION IN VOLCANIC BASINS  
AT THE WEST SECTION OF THE YANLIAO MINERAL BELT  
(In Chinese)



原子能出版社

中國核情报中心

China Nuclear Information Centre



王正邦：核工业北京地质研究院研究员级高级工程师。1961年毕业于前苏联国立列宁格勒大学地质系。1981~1983年作为访问学者在美国地质调查局进修。1990年获国家级有突出贡献中青年专家称号。

Wang Zhengbang: Professor of Beijing Research Institute of Uranium Geology. Graduated from Geological Department of the State University of Leningrad of former Soviet Union in 1961. Received further education at the United States Geological Survey from 1981 to 1983. And was honored the title of the Young-Middle-aged National Specialist Having Made Eminent Contributions to the Country in 1990.

CNIC-00719  
BRIUG-0009

## 燕辽成矿带西段火山盆地 铀成矿条件及远景评价

王正邦 赵世勤 罗毅  
周德安 肖湘萍

(核工业北京地质研究院)

### 摘 要

燕辽成矿带西段是我国北方一个重要的火山盆地铀矿远景区, 历经三期演化, 区内形成了六个具有三层结构的大型火山塌、断盆地, 同时也导致了铀的三次预富集和多期成矿作用, 通过铀的逐步累积增量和迭加再造, 最终导致区内铀矿床的形成。通过对该区火山盆地铀成矿条件的分析, 提出了贯通式火山塌断盆地多源混合热液铀成矿模式; 总结了七条找矿判据, 并据此对该区成矿远景作出了肯定的评价; 确定了主攻方向; 圈出了五片成矿远景区和三个最有利的成矿地段; 提出了该区进一步突破大型、超大型铀矿的关键是加强深部研究和钻探, 大力探索深部层位和基底中的铀矿的找矿新思路 and 找矿模式; 并对已知矿区进行了深部盲矿预测, 取得了可喜的找矿成果。

**CONDITIONS AND POTENTIAL EVALUATION OF THE  
URANIUM MINERALIZATION IN VOLCANIC  
BASINS AT THE WEST SECTION OF THE  
YANLIAO MINERAL BELT**

*(In Chinese)*

Wang Zhengbang Zhao Shiqin Luo Yi  
Zhou Dean Xiao Xiangping

(BEIJING RESEARCH INSTITUTE OF URANIUM GEOLOGY, CNNC)

**ABSTRACT**

The West section of the Yanliao Mineral Belt is an important prospective uranium mineralization area in volcanic basins at North China. It has undergone three evolutionary periods and developed into six large volcanic collapse faulted basins with tri-layer structure. This leads to three times of pre-enrichment and multiple mineralization of uranium. Finally, the accumulation of uranium and superimposed reworked actions of uranium mineralization resulted in the formation of uranium deposits. After analyzing conditions of uranium mineralization, a model for uranium mineralization of mixed hydrothermal solution of multiple sources in penetrating volcanic collapse faulted basins and seven exploring criteria are suggested. On this basis the evaluation of prospect in this area is positive, and the main exploring strategy has been decided. Furthermore, five prospective areas of mineralization and three most favorable mineralization zones are selected. For exploring large size or super-large size uranium deposits in that area, the key is to strengthen the study and boring of deep layers. Thus, the mineralization in the deep layers or basement may be found. The prediction of deep blind deposits in known ore districts has been proved effectively.

## 1 区域地质概况

燕辽成矿带西段专题组的工作区包括从北纬 40°40′至 42°40′,东经 115°至 117°,面积为 38400 km<sup>2</sup> 的广大地区,主要部分为第四系覆盖深厚的坝上高原区。其大地构造部位处在中朝地台北缘与其北侧的兴蒙地槽褶皱带相毗邻的结合部位,处在渊源古老、长期活动的天山-阴山纬向复杂构造带与中生代以来强裂发育起来的环太平洋成矿构造域的大兴安岭北北东向构造岩浆隆起带交切复合部位,从其深部地质构造来看,处在地幔拱起和凹陷转折的梯度带部位,总之,本区是处在壳幔构造的矛盾焦点部位。特定的大地构造部位从总体上决定了本区地质构造及其演化的基本特点,即壳幔构造制约造、构造格架复杂多样、动静交织、复杂演化等特点,本区主要由沽源、宝昌、多伦、大滩、白旗和北围子等六个火山盆地所组成。

本区经历了漫长复杂的地质演化过程,从研究火山盆地的角度出发,可划分为三个地质演化期,即前中生代盆地基底演化期,中生代早中期大陆火山岩盖层演化期和中生代晚期至新生代裂陷构造演化期。三个演化期分别形成三个构造层,导致了本区火山盆地具有“三层楼”的基本结构。其下构造层,即前中生代盆地基底构造层,主要由晚太古代变质岩系和侵入其中的海西花岗岩组成,只在工作区北部有古生代海相地层零星分布,该构造层主构造线以东西向为主,以形成大型近东西走向的倒转复式背斜和向斜构造及断裂带为特征,区内尚见有某些时期发育的南北向主构造线的构造形迹,但居次要地位。中构造层,即中生代早中期大陆火山岩盖层构造层,主要由壳源重熔型和壳幔混熔型大陆火山杂岩系组成,该构造层主构造线以北东、北北东向为主,以发育断裂-火山构造系统为特征。上构造层,即中生代晚期-新生代裂陷-玄武岩构造层,主要由陆相含煤碎屑岩壳幔源玄武岩所组成,多分布在一些裂陷带的小型盆地中,该构造层主构造线为北北东向。

## 2 火山盆地基底演化及铀源条件

区内火山盆地前中生代基底经历了复杂漫长的演化过程,南北分异明显。太古代早期,工作区南侧形成一古陆核,其北缘的东西向裂陷槽逐步发展演化,导致古陆核向北逐渐增生,至早元古代末的吕梁运动使该区发生褶皱回返和固结,从而结束了原地槽的演化,开始在燕辽沉降带沉积地台型盖层,而本区广大地区处于长期隆起抬升,未接受地台盖层沉积,至元古代末期,结束了中朝原地台的发展,使本区进入了古生代南台北槽的地质演化时期,仍继承了南北分异明显的基本特征。由于前中生代盆地基底演化期南北分异明显,导致工作区南部和北部的基底岩石建造特征和铀源条件存在着显著的差异。工作区南部属中朝地台的北缘部分,自南而北分别发育晚太古代古咀子组中深区域变质岩系,其原岩为中基性海底喷发岩,向北发育晚太古代红旗营子组中浅区域变质岩系,其原岩为滨海-浅海相砂泥岩夹中酸性火山岩建造。除工作区最南缘部分属燕辽沉降带,故有中晚元古代海相地台型盖层沉积分布外,大部地区长期处于隆起抬升环境,因而缺失中晚元古代地台沉积盖层。上述晚太古代古咀子组和红旗营子组两套变质岩系均为贫铀建造,但红旗营子组由于受到多期混合岩化作用的影响,特别是受到吕梁期强烈的钾质混合岩化作用的改造,沿东西向大型倒转复式背斜轴部深断裂带,形成一连串钾质混合岩化中心。随着岩石钾质混合岩化的增强,铀含量明显增量,由 $(0.5\sim 1.5)\times 10^{-6}$ 增至 $(4\sim 5)\times 10^{-6}$ ,造成本区第一次铀的预富集作用,形成工作区南部基底主要富铀地质体,为在中生代构造岩浆活化期形成富铀的壳源重熔型火

山岩盖层含矿建造和铀源层体,打下了有利的物质基础。而工作区北部逐渐向槽区过渡,与南部基底的红旗营子组时代相当的北部基底的乌拉山群,为中等区域变质岩系,其原岩为中基性海底喷发岩夹化学沉积岩,为贫铀建造。其混合岩化作用不发育,没有发生像南部类似的那种铀的预富集作用。但在海西运动期,由于本区北侧的古蒙古大洋板块向中朝大陆板块的强烈俯冲消减作用,沿康保-赤峰东西向深断裂带发生了强烈的构造岩浆活化作用,形成了一条较宽的海西花岗岩带。根据岩石古铀量恢复和供铀能力的计算结果,这些海西花岗岩为具较强供铀能力的有利铀源体,这是本区发生的第二次铀的预富集作用。因此,基底海西花岗岩应作为本区战略选区和远景评价的一个重要判据。

### 3 火山盆地盖层演化、建造特征及铀源条件

本区进入中生代火山盆地盖层演化期以来,开始了一个崭新的地质演化期,由于库拉板块向欧亚大陆板块的强烈的俯冲消减作用,使得本区随同中国东部广大地区一道,均卷入了环太平洋构造域的统一演化过程之中,主构造线由东西向转为以东北和北东北向为主导,本区由南北分异演化转向南北统一演化的新时期,由于这一新的主导构造系统,加上它所派生的火山构造系统和基底东西向和南北向构造系统的干扰与复活,导致形成本区十分复杂的构造格局。强烈的构造运动导致了多旋回多韵律的大陆火山喷发活动,岩浆分异,时空演化很有规律。总体来说,从早到晚,活动强度增强,火山活动中心由南向北作有规律的迁移,岩浆成分呈基性-中性-亚碱性-酸性有规律的变化,从而形成一套巨厚的、岩性复杂的、内部结构面多的大陆火山杂岩系。从早到晚,岩石中的铀含量有逐步增量的趋势。根据岩石化学特征、锶同位素初始比、稀土元素配分特征和锆石特征的研究资料,该期火山活动最晚期的晚侏罗世张家口组三段的酸性火山岩和次火山岩属壳源重熔型岩浆产物。根据古铀量恢复和供铀能力的计算结果,它们具有较高的古铀含量和供铀能力,为本区火山岩盖层建造中最有利的铀源层体,这是本区第三次铀的预富集作用。

通过对工作区北部白旗和北围子二岩体的区域横穿剖面的观测和取样,在深入分析当前存在的对二岩体的次火山岩和碎斑熔岩两种不同观点的基础上,提出它们是晚侏罗世火山活动晚期火山活动中心岩浆侵入-侵入-溢流三位一体的统一复杂地质作用过程所形成的一期多相、岩石结构呈渐变过渡关系的复杂地质体,即亦此亦彼的新观点,并由此推断该二地区应属火山塌陷盆地,而不是抬升剥蚀较强的次火山岩体根部相出露地区,对本区的成矿远景评价具有重要的转折作用,同时,进一步指出这种类型的现象和地质体在本区晚侏罗世的火山喷发中心地区应具有普遍意义。

### 4 火山盆地铀成矿作用

本区晚侏罗世末期,大规模酸性岩浆喷发之后,以主要的火山喷发活动中心为核心,普遍发生补偿性的火山塌陷或火山断陷作用,从而形成区内广泛分布的火山塌陷或火山断陷盆地,并伴随着酸性次火山岩的侵入活动及隐爆岩筒的形成。其中,火山断陷盆地起源更早,往往利用多期活动的深断裂为其盆缘断裂,且具有自南向北掀斜的箕状盆地的特征。这些负向火山盆地,特别是被长期活动的区域性深断裂带所贯通的火山盆地,为火山作用岩浆期后的断裂-混合成因火山热水活动提供了极为有利的承压循环水动力系统,从而控制了本区第一次铀-多金属成矿作用。

本区进入白垩-第三纪以来,地壳处于强烈的拉张环境,这种拉张作用导致地幔上涌和地壳裂隙伸展构造的发育,并伴随幔源基性火山活动,这是本区发生的又一次重要的热事件,导致了本区第二次铀-多金属热液型成矿作用。根据 460、534 和 781 等矿区矿石矿龄的测定结果可以看出,这一期成矿作用在本区具有广泛的普遍性,而且具有多阶段的特点。

本区的新构造运动以整体抬升背景上的差异性块断运动为特征,从而形成本区的阶梯状坝上高原地貌,并伴随着某些铀-多金属矿床的剥露和氧化及在地下潜水面附近的氧化-还原过渡带部位的次生淋积富集成矿作用,这是本区发生的第三次铀-多金属的富集成矿作用(见图 1)。

长期复杂的地质演化造成本区极为复杂的区域构造格局。渊源古老的基底演化期发育起来的的东西向区域性深大断裂带,如崇礼-赤城断裂带、康保-围场断裂带和白旗-兰旗断裂带以及南北向断裂带,如赤城-沽源-哈巴嘎断裂带,由于它们形成较早,切割深,规模大,同时,在后期盖层演化期新构造应力场的作用下,又重新复活,具有长期活动的特点,因此,它们对本区的地质构造演化、变质作用、岩浆活动、盆地演化以及成矿作用均具有重要的战略控制作用。它们往往是构造单元的边界、岩浆岩带的控制断裂,或是火山盆地的边界,同时,对铀-多金属成矿作用也具有重要的控制作用。盖层演化期发育起来的区域性深断裂带是在新的构造应力场下的产物,它们具有新生性的特点,同时,由于受老的基底构造的制约而具有继承性和继承性的特点。区内的北东向和北北东向的区域性大断裂带,如丰宁断裂带、张北断裂带和察家营-御道口断裂带等,均属于此类。它们与某些复活的基底东西向和南北向区域性深断裂带一起,共同控制着中生代的火山活动、火山喷发带的展布和火山盆地的形态边界,其中有些还控制了铀-多金属成矿作用和成矿带的展布,察家营-御道口北东向区域性断裂带就是一个典型代表。它是一条长期多次活动的切割较深的区域性断裂带,具有总体北东走向,既有重要的控制火山活动和火山塌断盆地形成发展的作用,又控制着铀-多金属成矿带的展布,它与次级构造或火山机构的交汇复合的构造结部位,往往控制着矿床的定位,是本区具有较好成矿远景和找矿前景的成矿带,应作为本区找矿的主攻对象。另外,赤城-沽源-哈巴嘎南北向区域性深断裂带,也是控制铀矿化的一条断裂带,值得给予重视。进入白垩-第三纪以来,本区处于强烈的区域拉张环境,一些北北东、北东向的区域性深断裂带及与之配套的北西向断裂带,往往控制着裂隙带及基性火山岩的形成和展布,具有切割较深的特点,对形成第二期热液型铀-多金属矿化具有重要的控制作用,森吉图-元宝山北北东向裂隙带就是一个代表。

## 5 火山盆地铀成矿条件分析

通过对区内典型铀-多金属矿床、矿点的深入解剖和对比研究,揭示了 460 钼铀矿床、534 铀矿床和 781 铀矿点的赋存部位、定位因素、复杂的内部结构和下碱上酸的垂向分带性、成矿过程和期次、时代、矿物共生组合特征及矿床成因等方面的特点和相互联系,建立了典型矿床的成矿模式,并结合国内外火山岩型铀矿的经验,提出了贯通式火山塌断盆地多源混合热液铀成矿模式(见图 2);总结了七条主要找矿判据,对本区及其它火山岩地区的找矿工作具有普遍指导意义。根据前面关于火山盆地铀成矿条件和成矿模式的分析,特总结下面七条找矿判据:

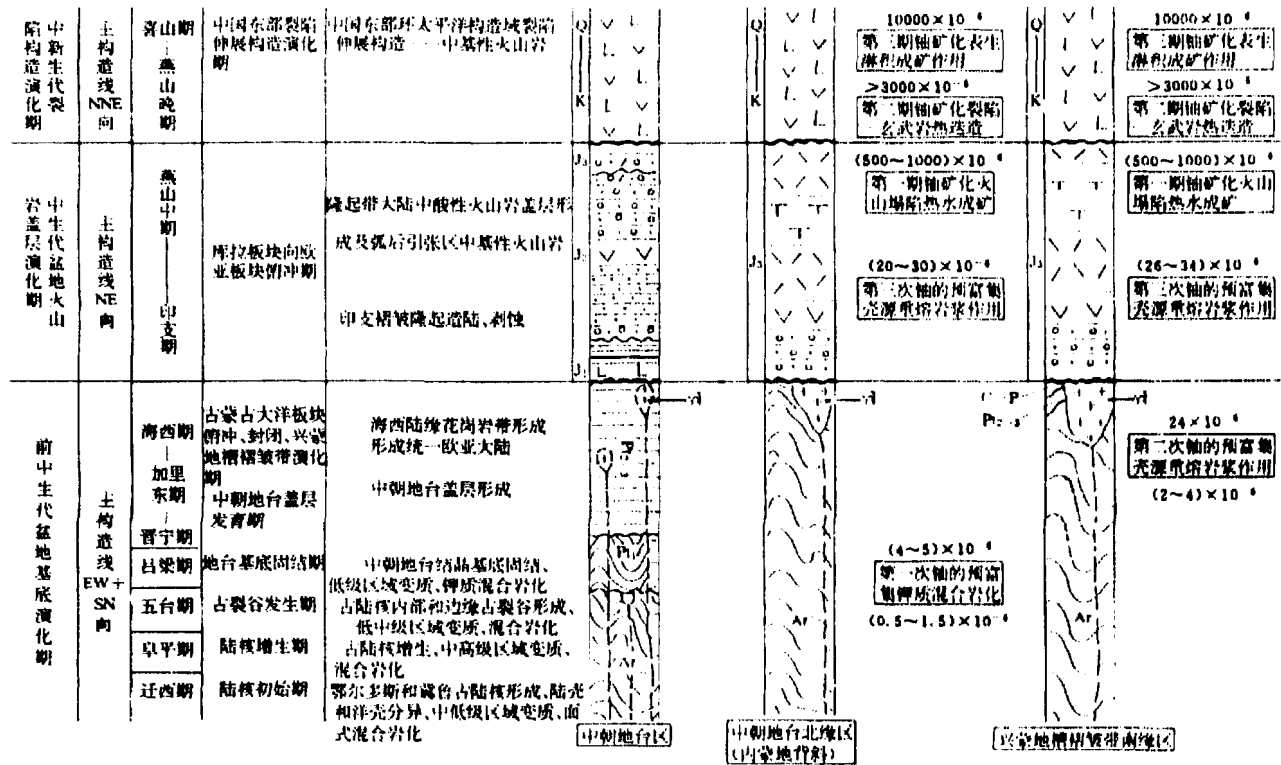


图1 燕辽成矿带西段中生代火山盆地地质演化与轴矿化的关系



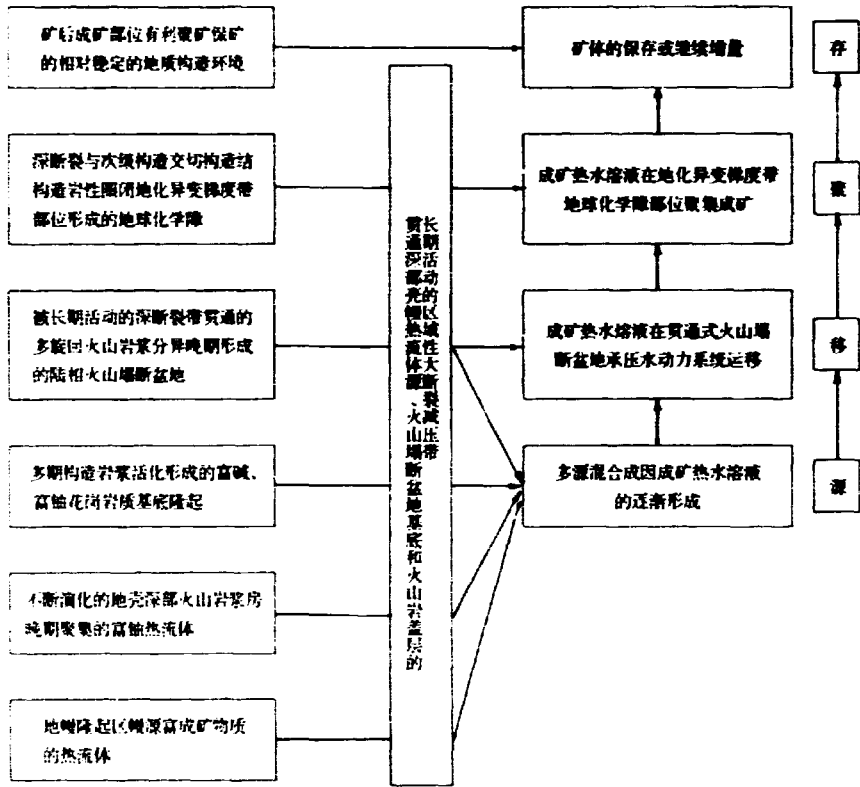


图2 贯通式火山场断盆地多源混合热液铀矿成矿模式  
(地台边缘和地槽褶皱带中间地块边缘活化带火山岩型铀矿)

(1) 由板块俯冲消减作用形成的巨型隆起大陆火山岩带与古老稳定地台边缘或地槽褶皱带中间地块交切复合和重新活化的部位,长期隆起和经历较强混合岩化作用的结晶变质岩基底上的火山盆地区,是寻找火山盆地铀矿的有利地区,特别是与弧后大陆裂谷带或裂陷盆地带及与之相应的深部地幔隆起带毗邻结合部位,是具有更好成矿远景的地区。

(2) 由多期活动的区域性深断裂带控制的断裂-喷发带晚期形成的盖层与基底时代反差大的具有两层或三层结构的火山盆地系,是控制火山盆地铀成矿带定位的主控因素,它与其它断裂带的交切复合部位是控制火山盆地定位的基本条件。这些火山盆地既是有利于火山盆地铀矿形成的构造建造条件和承压水动力系统,又是有利于矿后保护的负向构造单元。因此,它们往往是控制火山盆地铀矿田的构造单元。在三种火山盆地基本类型中,以火山场陷盆地对成矿,特别是形成大型、超大型富矿最为有利,火山断陷盆地次之,火山沉陷盆地再次之。

(3) 火山盆地基底岩石建造特征及其含铀性对形成火山盆地铀矿和成矿远景具有重要意义。一般来说,富含长英质或花岗质结晶岩变质基底,特别是当基底建造经历多期构造岩浆热化和强烈混合花岗岩化作用而形成富含活性铀的混合花岗岩基底对成矿最为有利。

(4) 火山盆地盖层岩石建造特征对成矿远景也具有重要意义。一般来说,经强烈的多旋回、多韵律大陆火山喷发作用形成的岩性复杂、岩浆分异演化充分、从早期到晚期岩石中铀逐步增量、建造厚度大、内部岩性结构复杂、切层和顺层结构面发育者,对成矿有利。

(5) 火山盆地被长期多次活动的控岩、控盆和控制火山热液活动的区域性深断裂带所贯通,是形成火山盆地铀矿的关键性条件,这些贯通式深断裂既可能是盆缘生长断裂,也可能是横贯火山盆地内部的断裂-火山构造系统,其发育越强烈,对成矿越有利。

(6) 火山盆地内部控矿主干深断裂带与其次级断裂和火山机构组成成份(如火山颈、隐爆岩筒、次火山岩体、环状或放射状断裂等)交切复合部位形成的构造结,往往是控制矿床定位的重要条件。当这些构造结部位岩石构造破碎和热液蚀变强烈发育,又具有多期多阶段迭加的特点时,是寻找火山盆地铀矿床的有利部位,特别是以泥化、硅化、萤石化为代表的矿顶相所特有的酸性近矿围岩蚀变和硫化矿床氧化带所特有的铁帽的发育部位是找矿的最有利的部位。

(7) 铀矿化在地表的直接显示,与铀经常共生或伴生的钼、铅、锌等多金属矿化、萤石矿化,以及作为矿化间接显示的各种物化探异常的复合设置,也是重要的找矿判据。

## 6 成矿远景评价及预测

为使科研成果及时转化为现实生产力,在上述科研成果的基础上,结合国外部区的经验,对本区今后的找矿工作,提出了新的找矿思路和战略选区及攻深扩大的意见;明确指出本区火山岩型铀-多金属矿化具有多部位、多层次和垂幅大的特点;强调贯通式深断裂带和深部热流体对成矿的重要作用;指出以钾质混合岩化中心和海西花岗岩为基底的贯通式火山塌陷与火山断陷盆地是控制矿田的重要构造单元;还指出了控制矿带的长期活动的贯通式深断裂带与次级构造或火山机构成分交汇复合的构造结对矿床定位的控制作用。在找矿工作指导思想上要受上侏罗世张家口组三段酸性火山岩和次火山岩的束缚,加强攻深,积极探索赋存于深部层位和基底中的铀-多金属矿化,这是本区突破大型、超大型铀矿的关键所在。强调了继续运用多学科先进手段进行综合立体研究和找矿,特别强调了运用重力、磁测等普通物探手段研究深部地质构造的重要性,这些标志着本区的找矿工作将进入一个新的历史阶段。在总结火山塌陷盆地铀矿找矿判据的基础上,遵循找矿工作由面到点,由粗到细,逐渐缩小找矿靶区的思路,提出了火山塌陷盆地铀矿找矿模式,对本区成矿远景做出了肯定评价,并编制了1:20万燕辽成矿带西段铀成矿规律及成矿预测图(见图3)。圈定出蔡家营-大官厂Ⅰ级成矿远景区、山咀乡-御道口Ⅱ级成矿远景区、骆驼山-哈叭嘎Ⅲ级成矿远景区、太仆寺旗-头支箭Ⅳ级成矿远景区和白旗盆地东部Ⅴ级成矿远景区,并从中选择了大官厂534地区、石硼沟火山塌陷盆地和460矿床外围三个成矿最有利的地段,这对今后部署找矿工作具有重要指导意义。专题组还对534和781两矿区开展了深入的研究,根据矿化蚀变岩石多种元素含量数据电算处理和矿化蚀变垂向分带规律研究,分别对两矿区进行了深部盲矿预测,并取得了可靠找矿成果。关于本区成矿远景、找矿主攻方向、加强深部地质研究努力寻找深部层位和基底中铀矿的找矿新思路、成矿远景区及有利地段选择和已知矿区深部盲

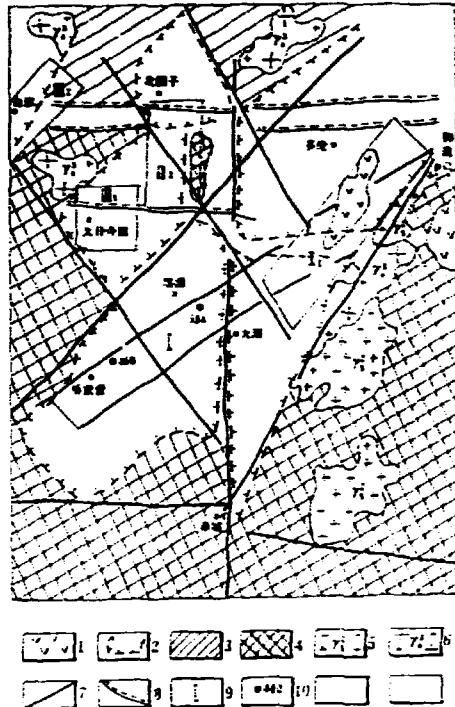


图3 燕辽成矿带西段晚侏罗世火山盆地分布及铀成矿远景区划示意图

1, 白垩纪沉积—火山盆地; 2, 晚侏罗世火山盆地; 3, 古生代基底; 4, 前寒武纪基底; 5, 燕山期花岗岩; 6, 海西期花岗岩; 7, 区域深断裂; 8, 华北地台北缘断裂; 9, I、II、III级铀成矿远景区及编号; 10, 铀矿床及编号。

矿预测等方面的认识和建议,在科研工作进程中,曾多次在各种专题会议上进行交流,得到地质局领导和生产单位的重视和采纳,并据此调整了找矿工作部署,有的已取得了重要找矿成果和明显的社会效益。

### 参 考 文 献

- [1] 张尔匡,张遵华,河北省区域大地构造演化与成矿,河北地质矿产研究,第五期,1983
- [2] 王正邦等,涿源火山岩盆地铀成矿条件分析及成矿远景评价,北京第三研究所,1987
- [3] 王慧芬等,张家口汉诺坝玄武岩K-Ar年龄计时,中国科学院地球化学研究所,1982
- [4] 图加林诺夫主编,火山性地铀矿床,北京:原子能出版社,1977
- [5] 河北省地质矿产局,河北省,北京市,天津市区域地质志,第15号,地质出版社,1989
- [6] Wang Zhengsheng, Zhou Dian, Niu Lin, Yao Hua, Luo Yi. The geological setting and genesis of a new type molybdenum-uranium deposit in volcanic rocks in the Circum-Pacific metallogenic domain. Progress in geosciences of China(1985--1988): Papers in 28 th IGC, Geological publishing house, Beijing, China

C

燕辽成矿带西段火山盆地  
铀成矿条件及远景评价

原子能出版社出版

(北京 2100 信箱)

中国核科技报告编辑部转版

核科学技术情报研究所印刷

☆

开本 787×1092 1/16·印张 1/2·字数 9 千字

1993 年 3 月北京第一版·1993 年 3 月北京第一次印刷

ISBN 7-5022-0905-0

TL·546

# CHINA NUCLEAR SCIENCE & TECHNOLOGY REPORT



This report is subject to copyright. All rights are reserved. Submission of a report for publication implies the transfer of the exclusive publication right from the author(s) to the publisher. No part of this publication, except abstract, may be reproduced, stored in data banks or transmitted in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior written permission of the publisher, China Nuclear Information Centre, and/or Atomic Energy Press. Violations fall under the prosecution act of the Copyright Law of China. The China Nuclear Information Centre and Atomic Energy Press do not accept any responsibility for loss or damage arising from the use of information contained in any of its reports or in any communication about its test or investigations.

ISBN 7-5022-0905-0  
TL • 566

P.O.Box 2103  
Beijing, China

**China Nuclear Information Centre**

---