

伊犁盆地南缘可地浸砂岩型铀矿的重大突破

王保群

(中国核工业地质局 216 大队, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:介绍了“八五”以来伊犁盆地南缘地浸砂岩型铀矿勘查工作部署,分析研究了盆地南缘铀成矿地质条件及成矿规律,认为地浸砂岩型铀矿完全受层间氧化带控制,新构造运动形成的单斜带和不整合面、有利的岩相岩性、富含有机质及黄铁矿等还原剂、良好的水文地质条件、干旱半干旱的古气候、发育层间氧化带,这五位一体是伊犁盆地南缘地浸砂岩型铀矿形成的重要条件.介绍了通过“解剖、探索、扩大”陆续发现 512、511、513 铀矿床的过程,总结了铀矿勘查工作的经验和体会.

关键词:伊犁盆地;地浸砂岩型铀矿;勘查;重大突破

近 30 年来,由于核电事业的迅猛发展,不断增加的核燃料需求,促进了铀矿找矿工作的发展.美国和前苏联等国超大型可地浸砂岩型铀矿床的不断发现以及“水成铀矿”成矿理论的日趋完善,尤其是原地浸出采矿新工艺、新技术的广泛运用,极大的促进了世界产铀业的发展.核工业地质局审时度势,积极引进国外先进的成矿理论和找矿方法,把找矿工作的重点从主攻南方的火山岩型和花岗岩型铀矿及时调整为在北方中生代盆地中寻找可地浸砂岩型铀矿,把在中生代盆地中寻找超大型可地浸砂岩型铀矿床作为“八五”期间及其以后的主攻方向.1990 年,核工业地质局在新疆主持召开了“新疆铀矿地质工作论证会”,与会专家通过反复论证一致认为,新疆有很多大型中生代盆地,与中亚地区成矿地质条件非常相似,特别是伊犁盆地与哈萨克斯坦共和国的下伊犁盆地为同一盆地,地质构造条件完全相同,哈方已在伊犁盆地的伊犁河下游发现了下伊犁矿床、苏鲁切契矿床以及位于中哈边界的噶尔扎特万吨级矿床.而毗邻的新疆境内却无大的突破,究其原因:一是对可地浸砂岩型铀矿成矿理论认识不够;二是投入的工作量太少,研究程度太低.通过论证,在把伊犁盆地做为可地浸砂岩型铀矿重点突破地区的同时,1991 年 3 月,核工业地质局在西安召开了“伊犁盆地铀矿找矿工作协调会”,确定了面上展开、重点突破、区调与普查并举,科研与生产结合,多学科、多兵种联合攻关的技术思路.首先选择 512 矿床做为突破口.由 216 大队开展重点普查,在对 512 矿床及其外围开展重点勘查的同时,对整个盆地和重点地段的

勘查和研究工作也全面展开.1991 年起,216 大队在伊犁盆地开展了区域地质调查和区域水文地质调查.核工业北京地质研究院、核工业西北地质局 203 所在伊犁盆地开展了成矿地质条件研究及远景预测等专题研究.核工业西北地质局 214 大队在盆地南缘开展了普通物探测量.与此同时,216 大队组织力量对伊犁盆地南缘的资料进行系统整理,按照“水成铀矿”成矿理论对盆地南缘铀成矿地质条件进行系统研究.吐哈盆地、准噶尔盆地以及塔里木等盆地也做为重点探索地区,拉开了新疆新一轮铀矿找矿工作的序幕,并取得了突破.

1 伊犁盆地南缘概况

1.1 地质概况

伊犁盆地位于天山西段,是在古生代褶皱基底上发展起来的中生代陆相山间盆地,具双层结构.基底由前震旦纪结晶基底和古生代褶皱基底组成.古生代褶皱基底出露于盆地周边^[1],主要由石炭—二叠纪火山岩、花岗岩及沉积岩组成,其中火山岩和花岗岩中铀丰度较高,是盆地内铀成矿的主要矿源层.盆地出露盖层有中上三叠统小泉沟群($T_{2-3}xq$)陆相碎屑岩建造;下中侏罗统水西沟群($J_{1-2}shx$)陆相含煤碎屑岩建造;白垩系红色陆相碎屑岩建造;古近系、新近系、第四系红色磨拉石建造.其中 $J_{1-2}shx$ 是盆地内的产铀层位,该套地层具有泥-砂-泥-煤结构,根据沉积韵律自下而上分为 8 个沉积旋回,其中第 1、2、5、7 旋回发育受层间氧化带控制的可地浸砂岩型铀矿化.

收稿日期:2002-02-15;修订日期:2002-03-24

作者简介:王保群(1956-),男,陕西高陵人,教授级高级工程师,1982 年毕业于成都地质学院放射性地质专业,从事铀矿地质勘查和管理工作的

盆地受南缘的 NEE 向及北缘的 NWW 向控盆断裂控制形成西部宽、东部窄的楔形。盖层形成后,受后期构造运动改造,盆地内构造形态具有南弱北强、西弱东强的特点。盆地次级构造单元分为南部单斜、中央凹陷、北部断隆。目前已发现的层间氧化带砂岩型铀矿床均位于南部单斜带。

1.2 研究工作程度

铀矿地质工作始于20世纪50年代末至60年代初。为寻找煤岩型铀矿床,原新疆519大队在盆地进行了大量地质研究工作,并投入了一定的钻探工作量和山地工程。在 $J_{1-2}shx$ 第1、2、9、10煤层中落实铀储量近千吨,煤(A_2+B+C_1)储量为 7.8475×10^7 t,提交了509煤岩型矿床。还在盆地南缘蒙其古尔、扎基斯坦及外围开展了1:5 000伽玛、氡气测量及普查、勘探工作,投入钻探工作量近 2×10^5 m。在 $J_{1-2}shx$ 第6、8、10、12煤层中发现了工业铀矿化,落实了510、511两个煤岩型铀矿床。为扩大矿床规模,519大队二分队沿含矿层走向以2 km线距追索,在512地区的 $J_{1-2}shx$ 第5旋回中发现了砂岩型铀矿化。以后由于种种原因,伊犁盆地南缘已发现的煤岩型铀矿床陆续下马。

“八五”期间,通过借鉴美国和前苏联可地浸砂岩型铀矿的成矿理论和找矿经验,在伊犁盆地开展了新一轮找矿工作。截止2000年,216大队在该盆地南缘投入钻探工作量近 2×10^5 m,提交了512可地浸砂岩型铀矿床,新发现了511矿床北矿带和513可地浸砂岩型铀矿床以及扎基斯坦河以东察布查尔次级盆地等一批后备普查基地,为地浸矿山建设提供了可靠的资源保证。目前,512矿床已建成大型地浸矿山,513、511以东以及苏阿苏—察布查尔盆地的铀矿勘查工作正在进行中。伊犁盆地南缘从西到东已形成长达近百千米的可地浸砂岩型铀矿带,成为中国第一个万吨级以上的大型铀资源基地。

2 成矿盆地地质条件的初步认识

通过1991年展开的工作,初步认为伊犁盆地南缘以及 $J_{1-2}shx$ 地层具有可浸砂岩型铀矿成矿地质条件和控矿因素。

具备有利于铀成矿的构造条件 盆地南缘总体上为构造斜坡带,中新世地层为向北缓倾的(倾角 $5^\circ \sim 30^\circ$)单斜层。盆地南缘西段受新构造运动影响较小,单斜带较稳定,沿走向仅有平缓的隆起和凹陷,而隆起带往往是可地浸砂岩型铀成矿的有利部位。盆

地南缘东段受新构造运动影响较大,地层多发生断裂、褶皱,除了后期形成的苏阿苏—察布查尔向斜有利于形成铀的后生富集外,其它地段均不利于铀的后生富集。燕山运动后,伊犁盆地南缘一直处于活化适度的次造山带。目的层 $J_{1-2}shx$ 形成后抬升遭强烈风化剥蚀,与上覆地层形成在区域上广为分布的微角度不整合。古近纪、新近纪盆地南缘缓慢抬升,源于南部蚀源区的富含游离氧、活性铀的地下水源源不断地沿着不整合面进入 $J_{1-2}shx$ 疏松砂岩层中,形成层间氧化带和后生铀矿化。

对成矿有利的岩性及岩相 $J_{1-2}shx$ 为一套煤系地层,据沉积韵律在盆地南缘自下而上可划分出8个沉积旋回,其中1~4旋回以近源冲积扇沉积为特征,具泥-砾-砂-泥结构,岩层厚度大,顶板与底板由泥岩组成的隔水层稳定,是盆地南缘可地浸砂岩型铀矿的含矿层之一。第5旋回以扇三角洲沉积为特征^[2],具有泥-砂-泥结构,砂体为典型的扇三角洲席状砂体,厚度15~20 m,分布广且厚度非常稳定,顶底板均有由泥岩组成的稳定隔水层。该层是伊犁盆地南缘可地浸砂岩型铀矿的主要含矿层。第7旋回以辫状河沉积为特征,也具有泥-砂-泥结构,是伊犁盆地可地浸砂岩型铀矿的含矿层之一。

含矿砂体具对铀后生富集的还原剂石 $J_{1-2}shx$ 含矿砂体形成于温暖潮湿的古气候条件下,因而砂体中含有丰富的碳化植物碎片,胶结物中有机质含量为0.5%~1%,砂岩中有成岩过程中形成的黄铁矿。这些还原物质在后来的层间氧化作用中极易产生具较高反差的还原障,使铀还原沉淀富集成矿。

具有良好的水文地质条件 地下水具有完整的补给、径流、排泄机制。南部的察布查尔山区为地下水的补给区,伊犁盆地南缘为地下水的径流区,盆地中央的伊犁河谷为地下水的区域排泄区。自晚侏罗世,由于古气候由潮湿变为干旱,南部察布查尔山体抬升,遭受风化剥蚀,使华力西期花岗岩及石炭、二叠纪中酸性火山岩中的U元素在含氧水的作用下氧化淋滤,被地下水带入盆地中,在氧化-还原过渡带沉淀富集。 $J_{1-2}shx$ 各沉积旋回中均发育承压含水层,特别是第1、2、5、7旋回含水层,厚度适中,一般为20~50 m,砂体胶结疏松,透水性好,渗透系数为0.5~1.5 m/d,承压性强,承压水头高度一般超过100 m,隔水层稳定,水文地质条件非常有利。

各沉积旋回中广泛发育层间氧化带 层间氧化带前锋线在剖面上呈叠瓦状分布,平面上呈近EW向的蛇曲状展布,沿走向推测其长度近百千米。层间

氧化带宽度 1 000~4 000 m,其前锋线距蚀源区 2~10 km.层间氧化带分带完整,据后生氧化蚀变的强度沿倾向可分为氧化带、过渡带及原生带.U、Se、Mo、Re 等元素在过渡带还原沉淀富集.在层间氧化带形成较大舌状体的突出部位,常形成厚大卷状矿体.

通过第一阶段的铀矿勘查,在 $J_{1-2}shx$ 中发现了受层间氧化带控制的砂岩型铀矿化.铀矿体呈复杂卷状及板状,沿氧化-还原过渡带分布.矿体分卷头矿体及翼部矿体,卷头矿体往往分布在层间氧化带前锋线靠近还原带一侧,而翼部矿体常分布在弱氧化亚带靠近黄色砂岩顶底板的灰色砂岩中.矿体埋深 150~300 m,U 主要以显微状沥青铀矿形式存在,其次以吸附状态存在于砂岩的胶结物中.据同位素年龄资料,铀成矿年龄为 1~7 Ma^[3].在对成矿条件和铀矿化规律取得初步认识的基础上,预测出 512 矿床及其外围、513 地区、511 矿床以北、苏阿苏—察布查尔盆地等一批重点找矿靶区,随后对这些找矿靶区陆续开展了铀矿勘查.

3 伊犁盆地南缘铀矿勘查成果

3.1 重点突破——发现 512 矿床

“新疆铀矿地质工作论证会”把伊犁盆地南缘 512 铀矿床作为突破口之后,核工业地质局领导和有关专家提出了“解剖、探索、扩大”的找矿技术思路.216 大队首先选择典型勘探线进行重点加密解剖,研究层间氧化带控矿规律、矿体形态及分布特征.通过重点加密解剖,有 3 条勘探线在第 5 旋回砂体中发现了典型的受层间氧化带前锋线控制的卷状矿体,控制宽度 50~100 m.翼部矿体有两层,控制矿带宽度 200~500 m.据层间氧化带控矿规律及矿化分布特征,沿矿体走向进行追索,扩大了第 5 旋回矿带的规模,使第 5 旋回矿带扩展为 5.3 km.在对第 5 旋回矿带进行扩大的同时,据与其毗邻的噶尔扎特矿床铀矿化主要产于第 1~4 旋回的特点,对第 1~4 旋回及第 7 旋回进行了探索,在 1~2 旋回砂体中发现了受层间氧化带控制的厚大卷状矿体,控制工业矿带 2.4 km.截止 1998 年底,完成 512 矿床铀矿勘查工作,提交了一个低成本、高效益的大型可地浸砂岩型铀矿床,为地浸矿山建设提供了可靠的铀资源保障.

3.2 探索远景——发现 513 矿床

513 地区构造位置属盆地南缘构造斜坡带,成矿地质条件与 512 矿床及 511 矿床完全相同,属于盆地南缘成矿地质条件最好的地段之一.1992 年 216 大

队与哈萨克斯坦共和国沃尔科夫地质企业合作,在 513 地区开展了大比例带钻地质预测找矿工作.首先对 513 地区的 $J_{1-2}shx$ 各旋回层间氧化带前锋线进行了大致控制,在 4 个钻孔中发现了受层间氧化带控制的表内铀矿化.经过对成矿远景最好的区段进行加密,在第 5 旋回中发现了表内铀矿化,随后对已发现的表内矿体沿走向追索,在第 5 旋回砂体中圈出 2 条工业铀矿带.2001 年在对 513 地区继续探索中,在第 7 旋回中发现工业铀矿化,初步控制工业矿带 2 条,铀矿带长 1 500 m,宽 100~200 m.目前,513 地区铀矿勘查工作正在进行之中,有望发展为中型可地浸砂岩型铀矿床.

3.3 重点攻关——发现 511 矿床

根据“八五”研究成果,“九五”期间对 511 矿床进行了系统的研究.首先对预测的 $J_{1-2}shx$ 第 5 旋回层间氧化带前锋线,以 800 m×400 m 勘探网度进行探索,有 3 条勘探线在第 5 旋回疏松砂体中连续发现厚大卷状矿体,初步控制铀矿带长近 2 000 m,宽 200 m.然后,对发现的矿带进行加密控制,并继续沿走向扩大,控制可地浸砂岩型铀矿带长 3.8 km,宽 300~700 m.矿床已达中型规模.目前矿带向东仍有继续延伸的趋势,“十五”期间,216 大队将继续向东追索,扩大第 5 旋回矿带的规模,以期获得更多的铀资源量.

4 几点体会

(1) 掌握可地浸砂岩型铀矿的成矿规律,以此来指导找矿是实现铀矿勘查重大突破的关键.可地浸砂岩型铀矿有其特定的成矿规律,要掌握成矿规律,用规律来指导找矿,首先必须加强对成矿地质背景及成矿规律的认识.通过对盆地南缘开展多种方法的铀成矿潜力评价和专题研究,初步掌握了伊犁盆地南缘可地浸砂岩型铀矿的基本地质条件,即:稳定的构造单斜带、具较好泥-砂-泥结构的近源冲积扇-扇上辫状河-扇三角洲沉积体系、富含还原剂渗透性极好的含矿主岩、具有完整的地下水补给、径流、排泄水动力机制以及发育多层承压含矿含水层、发育层间氧化带及有铀矿化显示,这 6 位一体是确定可地浸砂岩型铀矿找矿靶区的必要条件.通过对 512 矿床典型剖面的重点解剖,掌握了层间氧化带的岩石地球化学分带特征和层间氧化带的控矿规律以及铀矿化特征,建立了本区找矿标志和可地浸砂岩型铀矿的成矿模式及找矿模式.依据成矿地质规律来

指导钻探工程部署,不仅扩大了512矿床第5旋回矿带,发现了新的含矿层位,扩大了矿床规模,而且在对513地区、511矿床北带、扎河以东等重点找矿靶区的铀矿勘查中也取得了很好的地质成果。

(2) 在铀矿勘查中,积极推广和应用新技术和新方法是取得重大突破的有效手段。在伊犁盆地铀矿勘查工作中,根据地质构造特征,有针对性的选择遥感、浅层地震、磁法和电法测量、 Eh_4 、 Po^{218} 以及放射性测量等综合找矿评价方法,大大提高了预测找矿靶区的准确率^[4]。利用计算机开展与可地浸砂岩型铀矿勘查有关的开发性研究,如伽玛测井仪及测斜仪加装综合测井仪接口以及测井资料自动化解释,有效地提高了工作效率和工作精度。在钻探工作中,有针对性的开展疏松砂岩的取心技术及钻探工艺技术研究,提高了钻探工程质量,也保证了地质成果的质量。

(3) 在铀矿勘查工作中坚持边设计、边施工、边调整的原则是取得重大突破的重要保证。可地浸砂岩型铀矿是一种特殊的矿化类型,成矿机理和控矿因素非常复杂,因此,216大队在找矿工作中坚持不断研究和总结成矿规律,以此来指导找矿。在勘探线施工中,先施工主干剖面。在主干剖面上先施工基准孔,以较大的孔距控制层间氧化带前锋线。钻孔施工

坚持边打边研究,根据施工钻孔所处的岩石地化分带确定下一钻孔的孔位。在钻孔的施工过程中根据地质情况的变化随时调整钻孔设计。总之,在找矿工作中坚持做到“三边”,就能有效地提高找矿效益,取得较好的地质成果。

(4) 重视老资料的二次开发利用是取得重大突破的捷径。前人于20世纪50—60年代在天山南北做了大量的找铀工作,发现了许多矿床、矿点,积累了大量的铀矿地质资料。在过去的找矿工作中,216大队重视了对老资料的二次开发利用,重视了在老资料中挖掘与可地浸砂岩铀矿有关的信息,取得了非常好的效果。伊犁盆地南缘512、511铀矿床以及吐哈盆地十红滩矿床的突破,都得益于对老资料的研究和利用。实践证明,在可地浸砂岩型铀矿的找矿工作中,充分研究和利用前人资料,是实现找矿工作重大突破的捷径。

参 考 文 献

- [1] 李光云.伊犁盆地油气地质特征及勘探前景[J].新疆地质,2002,20(1):72-76.
- [2] 李胜祥,陈瑞英,王瑞生,等.伊犁盆地含煤系地层沉积相特征及其与层间氧化带砂岩型铀矿成矿关系[J].铀矿地质,1996,12(3):129-34.
- [3] 黄贤芳,刘德长,黄树桃,等.伊犁盆地层间氧化带型砂岩铀矿床勘查的遥感技术方法[M].北京:原子能出版社,1999.
- [4] 黄世杰.层间氧化带砂岩型铀矿的形成条件及找矿判据[J].铀矿地质,1994,10(1):6-3.

IMPORTANT BREAKTHROUGH IN EXPLORATION OF IN-SITU LEACHABLE SANDSTONE-TYPE URANIUM DEPOSITS AT SOUTHERN MARGIN OF ILI BASIN

WANG Bao-qun

(Team 216, Bureau of Geology, CNNC, Xinjiang Urumqi, 830011, China)

Abstract: The exploration of in-situ leachable sandstone-type uranium deposits since the "Eighth Five-Year Plan" at the southern margin of Ili basin is introduced. The geological condition and metallogenic regularities of uranium mineralization are studied. The analytic result shows that in-situ leachable sandstone-type uranium mineralization is strictly controlled by interlayer oxidization zones. Five important aspects for uranium mineralization cover monoclinic strata formed by neotectonic movements, excellent hydrogeological condition, arid to semi-arid paleoclimate and the development of interlayer oxidization zones. The process of discovering uranium deposits 512, 511, and 513 is also introduced. Finally a summary and understanding of the exploration of uranium deposits are made.

Key words: Ili basin; in-situ leachable sandstone-type uranium deposit; exploration; important breakthrough

察布查尔地热田具有良好勘探开发前景

近日,新疆地质矿产勘查开发局对第一水文地质工程地质大队提交的《新疆伊犁地区、乌市水磨沟至西山地区地热资料二次开发总结报告》进行了审查验收。该总结报告为新疆的地热资源勘探立项和进一步开发提供了基础资料依据和较乐观的前景,明确将伊犁地区和乌市地区的地热资源划分为层状热储和带状热储。前者包括伊犁察布查尔县地热异常区和乌鲁木齐西山浅水河背斜至石油泉子地热异常区;后者包括伊犁东部温泉区和乌市水磨沟温泉区。通过论证,选择前者作为进一步工作的勘探靶区,其中以察布查尔地热异常区最具勘探开发前景。

据中原油田在察布查尔县城西2 km 乔潘乡施工的宁3井资料和新疆石油管理局在该井东偏南5 km 七乡施工的伊参1井资料,在1 000 m 以下均有明显的地热显示,具有较好的热储层(中生界)和较厚的地热盖层(新生界粘土、泥岩层),在1 736~2 964 m 深处三叠系小泉沟群和侏罗系水西沟群八道湾组、三工河组地温梯度达到4℃/100m,在1 746~2 475 m 深处水西沟热储层厚度238.42 m,岩层孔隙度10%~26.1%,渗透性较好,水温达到73~93℃。由宁3井和伊参1井可以初步确定,察布查尔县地下为一地热田。地热田的热储构造为察布查尔隐伏背斜,圈闭的面积为53 km²。该地热田具有良好的勘探开发前景。

(特约专栏通讯员:张鸿义)