

申科峰, 杨建新, 侯树仁, 等. 内蒙古中生代主要含铀沉积盆地找矿突破技术思路及其成果扩大方向[J]. 中国地质, 2014, 41(4): 1304-1313.
Shen Kefeng, Yang Jianxin, Hou Shuren, et al. Uranium prospecting breakthrough, achievement expanding and prospecting orientation in main Mesozoic-Cenozoic sedimentary uranium basins of Inner Mongolia[J]. Geology in China, 2014, 41(4): 1304-1313(in Chinese with English abstract).

内蒙古中生代主要含铀沉积盆地找矿突破技术思路及其成果扩大方向

申科峰 杨建新 侯树仁 戴明建 李洪军

(核工业二〇八大队, 内蒙古 包头 014010)

摘要: 2000年原中央管理的大部分核地勘队伍属地化管理后,核地勘队伍按照主攻地浸砂岩铀矿的战略部署,相继在内蒙古鄂尔多斯、二连、巴音戈壁中生代含铀沉积盆地中,精心组织实施了地勘费与大调查项目,先后取得了铀矿找矿重大突破。所获成果在后续勘查中得到不断扩大。2011年鄂尔多斯盆地、二连盆地被列为国家首批47片整装勘查区之列,在扩大和巩固已有成果的同时,不断总结找矿突破的技术思路,对扩大找矿成果,发现新的矿产地显得尤为重要。本文从内蒙古中生代主要含铀沉积盆地铀矿地质基本特征入手,总结探讨取得重大突破的关键技术和思路,分析铀成矿环境和找矿前景,指出呼斯梁、巴赛齐、因格井3条成矿带的成果扩大方向。

关键词: 铀矿特征;找矿突破;成果扩大

中图分类号: P619.14 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2014)04-1304-10

1 引言

鄂尔多斯盆地、二连盆地、巴音戈壁盆地为发育在华北地台、北山地槽褶皱带和内蒙古中部地槽褶皱带上的中生代含铀沉积盆地(以下简称三大盆地),是寻找砂岩型铀矿的主战场,其主要含铀层位分别为中侏罗统直罗组(J_2z)、下白垩统赛汉组(K_1bs)和下白垩统巴音戈壁组(K_1b)。各盆地在找矿过程中,分别形成了古层间氧化带型、古河谷型和层间氧化带叠加改造型等3种主要成矿观点,与盆地早期主要针对各种地面异常,开展局部揭露评价与研究相比,在找矿指导思想发生了由同生沉积后生富集到水成铀矿的转变,在找矿方向上经历了由盆缘近地表矿化信息揭露查证到向盆内氧化

带前锋线(面)追索的变化。特别是地勘队伍属地化之后,核地勘队伍按照主攻地浸砂岩铀矿的战略部署,相继实现了三大盆地找矿重大突破。回顾总结以往找矿工作取得重大突破的技术思路的形成过程,分析主要控矿因素,总结成矿规律,能够更加明确找矿方向,扩大找矿成果,发现新的矿产地。

2 铀矿地质基本特征

2.1 鄂尔多斯盆地铀矿地质基本特征

鄂尔多斯盆地为叠加在古生代盆地之上的中生代叠合盆地,呈南北翘起、东宽西窄、东缓西陡的不对称型向斜盆地,面积约 $25 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。基底由华北地台太古宇—古元古界结晶基底和古生代盖层组成,中生界为盆地第二套盖层的沉积主体,发

收稿日期:2014-06-09;改回日期:2014-07-14

基金项目:中国地质调查局地质调查项目(1212010534501、1212010534503、1212010534504)与地勘费项目(200102、200305、200309)联合资助。

作者简介:申科峰,男,1962年生,研究员级高级工程师,主要从事铀矿勘查工作;E-mail:skf208@163.com。

育山麓相、河流相、湖相碎屑岩建造,局部发育新生代湖相和风积相碎屑岩建造。其中,中侏罗统直罗组为主要含矿层,铀矿化多分布于盆缘与盆中特大型油气田之间,已取得突破的呼斯梁成矿带即位于盆地北部该区域内。该区所在的古层间氧化带前锋线长度大于100 km,氧化还原过渡带宽度5~20 km(图1)。含矿层形成于北西—南东向发育的多期次辫状河泛连通复合砂体中,河流冲刷面清晰,呈整合或假整合覆盖于中侏罗统延安组煤系地层之上。燕山运动使上侏罗统和上白垩统缺失,出现多个沉积间断,古气候环境由潮湿转为干旱,为铀的有利成矿期。该区所处的伊盟隆起区,直罗组呈单斜产出,厚度50~200 m,埋深100~600 m,向北东出露或缺失,向南西缓倾,倾角 1° ~ 5° 。直罗组可分为上、下2段:下段可进一步分为上、下2个亚段,其中:下亚段(J_2^{1-1})为主要产铀层位,上亚段(J_2^{1-2})为次要产铀层位;上段为杂色中细砂岩、泥岩,厚度20~80 m。在直罗组下段下亚段含矿砂体中,自北东向南西发育有氧化带、氧化还原过渡带、还原带岩石地球化学分带,其特征为:氧化带在地表呈褐黄色,钻孔中为浅灰绿色、浅灰蓝色,氧化还原前锋

线总体呈近东西—北西向展布,形态为复杂的蛇曲状;氧化还原过渡带呈深绿色、绿色、紫红色、灰色、浅灰色,富含有机质和结核状黄铁矿;还原带呈灰色、浅灰色,富含有机质,可见结晶状黄铁矿。矿体产于古层间氧化还原带前锋线附近,多呈板状和透镜状,也见有卷状,具有规模大、品位较高的特点(图2)。

2.2 二连盆地铀矿地质基本特征

二连盆地是在华力西期挤压应力场作用下形成的内蒙古中部褶皱带基础上,通过燕山期拉张翘断和喜山期抬升等应力作用,逐渐发育形成的中生代沉积盆地,面积约 $13 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。盆地盖层主要由断陷湖盆沉积和坳陷沉积叠加而成。其中,断陷湖盆沉积是石油勘探的目标层,也是盆地的沉积主体,形成于早白垩世,由下白垩统巴彦花群阿尔善组、腾格尔组构成,厚度一般 $>1000 \text{ m}$,最厚可达4000 m,受凹陷和凸起控制明显。坳陷沉积是在早白垩世晚期断陷湖盆夭折衰亡之后,处于整体抬升背景下,在气候由潮湿向干旱转变时,于坳陷相对低洼带主要沉积的一套河流相地层为下白垩统巴彦花群赛汉组、上白垩统二连组、古近系脑木根组和伊尔丁曼哈组,以及新近系通古尔组和宝格达

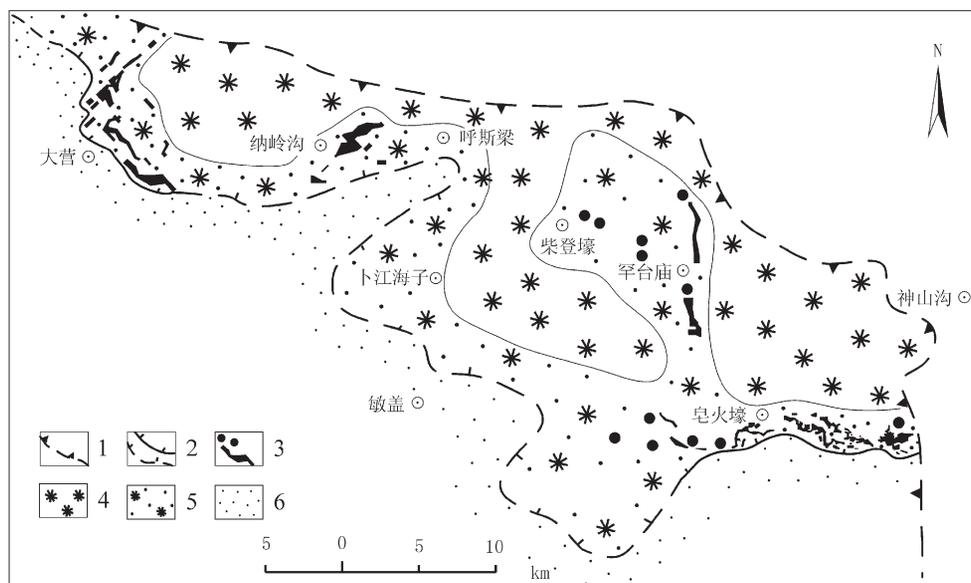


图1 鄂尔多斯盆地呼斯梁成矿带直罗组下段(J_2^1)氧化带分布示意图

1—剥蚀界限; 2—前锋线; 3—矿化孔、矿化体; 4—氧化带; 5—过渡带; 6—还原带

Fig.1 The distribution of oxidation zone of the lower member of Zhiluo Formation (J_2^1) in the Husiliang metallogenic belt, Ordos Basin

1-Denudation boundary; 2-Forward line; 3-Drill hole intersecting mineralization, mineralized body; 4-Oxidation zone; 5-Transition zone; 6-Reduction zone

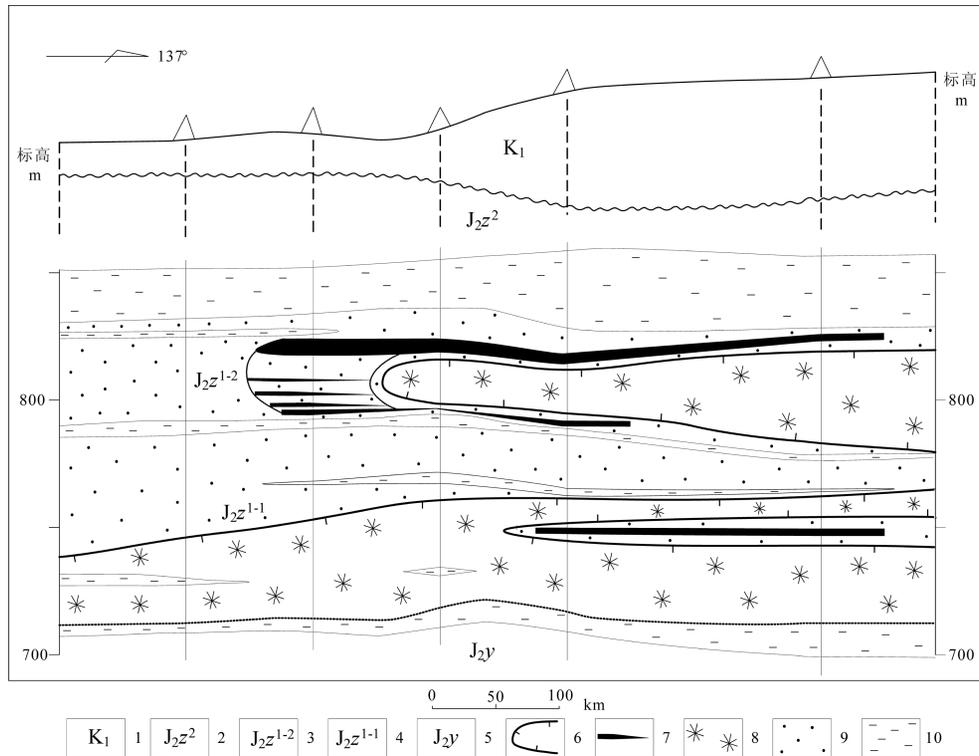


图2 鄂尔多斯盆地呼斯梁T111勘探线地质剖面示意图

1—下白垩统;2—直罗组上段;3—直罗组下段上亚段;4—直罗组下段下亚段;5—延安组;6—前锋线;
7—矿体;8—氧化带;9—还原带;10—隔水层

Fig. 2 Geological section along T111 exploration line in the Husiliang metallogenic belt, Ordos Basin
1—Lower Cretaceous; 2—Upper member of Zhiluo Formation; 3—Upper part of lower member of Zhiluo Formation;
4—Lower part of lower member of Zhiluo Formation; 5—Yanan Formation; 6—Forward line; 7—Mineralized body;
8—Oxidation zone; 9—Reduction zone; 10—Watertight stratum

组,总厚度一般<300 m,最厚可达800 m,受拗陷与隆起控制较明显。按照同生沉积后生富集成矿机理,找矿主攻目的是埋深小于100 m的二连组(K_1e)和脑木根组(E_{1-2n}),并先后在脑木根组提交了查干矿床,在二连组提交和落实了苏崩矿床与努和廷特矿床。按照地浸砂岩型成矿机理,主攻目的是埋深100~300 m的赛汉组上段(K_1bs^2),主要在巴赛齐成矿带古河谷中,发现并落实了受来自垂向和侧邦潜水-层间氧化带控制的铀矿床、矿产地和靶区。该古河谷呈北东向,长度大于100 km,宽度1~20 km,含矿层为辫状河流相砂岩,厚度100~200 m,埋深80~200 m(图3)。矿体呈卷状、板状,具有品位低、埋藏浅的特点(图4)。

2.3 巴音戈壁盆地铀矿地质基本特征

巴音戈壁盆地是在北山晚华里西期褶皱带基础上形成的中生代盆地,面积约 $5.4 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。由

3个拗陷、1个隆起组成,即西北部的苏红图拗陷、南部的尚丹拗陷、东部的查干德勒苏拗陷和中部的宗沙隆起。盆地广泛发育下白垩统巴音戈壁组,盆缘出露较好,厚度100~3000 m,可分为3段,下段为红-杂色砾岩、砂砾岩,古生物化石稀少;中段为灰色及黑色泥岩、碳酸盐岩、油页岩夹砂砾岩,富含古生物化石;上段为杂色泥岩夹砂岩,含少量被子植物化石,为赋铀层位。另外,在宗沙隆起南北两侧发育一套火山岩夹碎屑岩地层,称为苏红图组,呈近东西向展布,该组火山岩系在苏红图一带连续出露,厚度达600 m以上,向北、东、西方向厚度变薄,呈零星出露,岩性以中基性熔岩为主夹少量火山碎屑岩,可能对铀成矿有影响。

该盆地除塔木素地区工作程度相对较高外,其余均很低。据塔木素矿床勘查成果,含矿层下白垩统巴音戈壁组上段(K_1b^3)为一套从铀源丰富的蚀源

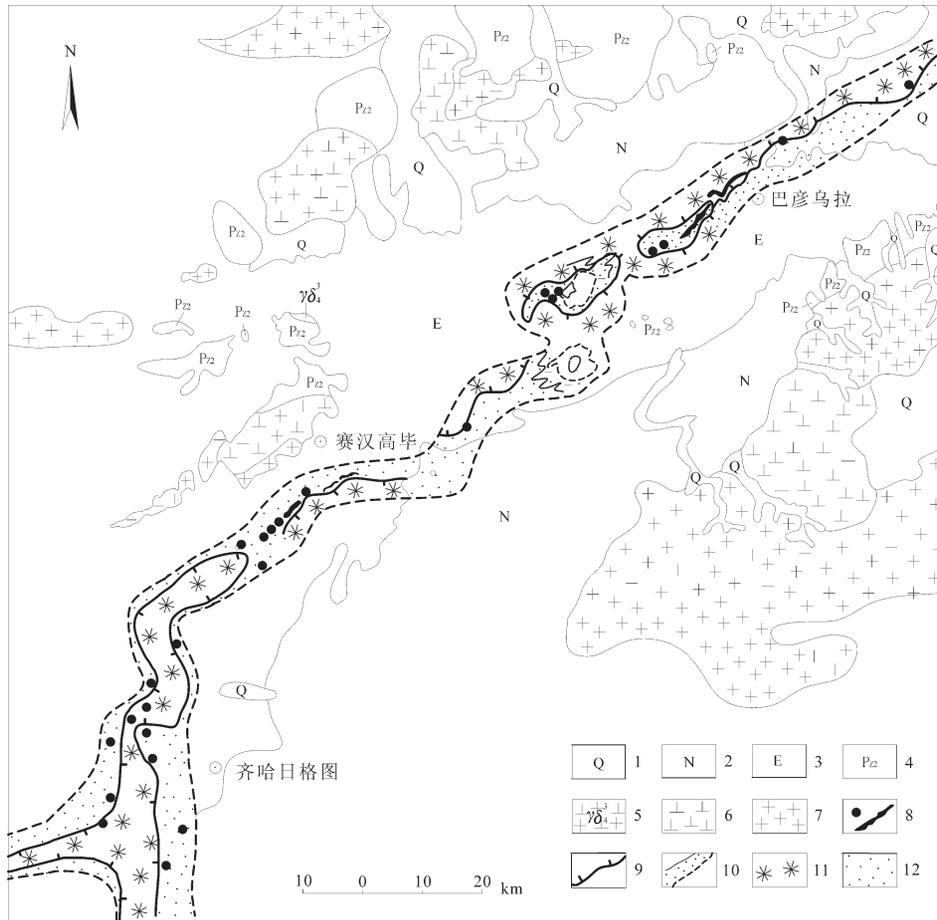


图3 二连盆地巴赛齐地区赛汉组上段(K₁s²)氧化带分布示意图

1—第四系; 2—新近系; 3—古近系; 4—上古生界; 5—花岗闪长岩(γδ³); 6—闪长岩;
7—花岗岩; 8—矿化孔、矿化体; 9—前锋线; 10—古河谷; 11—氧化带; 12—还原带

Fig.3 The distribution of oxidation zone of the upper member of Saihan Formation in the Saibaqi metallogenic belt, Erlian Basin
1—Quaternary; 2— Neogene; 3—Paleogene; 4—Upper Paleozoic; 5—Granodiorite; 6—Diorite; 7—Granite; 8—Drill hole intersecting mineralization, mineralized body; 9—Forward line; 10—Ancient valley; 11—Oxidation zone; 12—Reduction zone

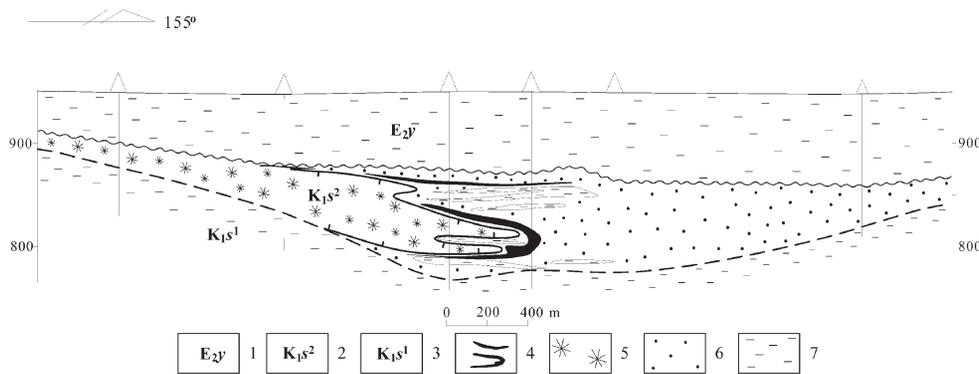


图4 二连盆地巴赛齐地区B335勘探线地质剖面示意图

1—伊尔丁曼哈组; 2—赛汉组上段; 3—赛汉组下段; 4—矿体; 5—氧化带; 6—还原带; 7—隔水层

Fig.4 Geological section along B335 exploration line in the Saibaqi metallogenic belt, Erlian Basin
1—Yierdingmanha Formation; 2—Upper member of Saihan Formation; 3—Lower member of Saihan Formation; 4—Mineralized body; 5—Oxidation zone; 6—Reduction zone; 7—Watertight stratum

区向盆内湖区发育的多个扇三角洲(图5),在入湖部位形成“指状”砂泥互层,成矿时叠加褐红色、黄色两期以上层间氧化,形成多层层间氧化带,在卷头和翼部氧化界面成矿,部分地段形成了富矿(图6)。

3 盆地找矿突破技术思路

3.1 鄂尔多斯盆地找矿突破技术思路

鄂尔多斯盆地北部铀矿地质工作始于1958年,原西北一八二队于1958—1960年,对盆地东北部进行地面放射性测量,很快在盆缘神山沟地区直罗组出露区圈出矿化集中区。随后于1960—1961年内蒙古三队开展地面揭露评价,未见到理想的工业矿体,队伍撤出。直到20多年后,核工业二〇八大队于1984年对神山沟地区进行矿点检查,并结合相关煤炭钻孔分析认为神山沟矿点为地表淋滤成因,向西部含矿层倾伏方向可能存在原生铀矿,但缺乏该类型找矿理论支撑,又恰逢地勘行业处于低谷,无实物工作量投入,该认识无法得到验证。1990年以后,随着国外水成铀矿理论和找矿范例的陆续引

进,核工业二〇三研究所按照水成铀矿理论,对盆地资料整理和编图研究,认为盆地西北部毛盖图地区下白垩统华池—环河组具有较好的成矿前景,于1998—1999年由西北地质局二一一大队进行铀矿钻探揭露评价,发现了一些矿化线索。

2000年核工业二〇八大队组织技术骨干通过对以往资料重新整理,并广泛收集前人相关基础地质资料,进行综合编图研究和实地调研。认识到盆缘虽受后期新构造运动影响,断裂较发育,但盆内除受后期整体抬升外,总体稳定,有利于直罗组的形成。该层位沉积后缺失上侏罗统和上白垩统,恰是渗入水成矿作用时期,直到新构造运动才使该渗入型盆地转为渗出型盆地,表现为盆地地下水向盆缘四周排泄。东胜地区直罗组具备形成层间氧化带条件,并且埋深适中,又有矿化显示,应为首选工作区。于是在该区域施工查证钻孔,获得了重要的深部地质资料和找矿信息。2001年开始区域评价,将灰绿色砂岩作为圈定古层间氧化带的判断标志,大致圈出了古层间氧化带前锋线位置,发现了皂火

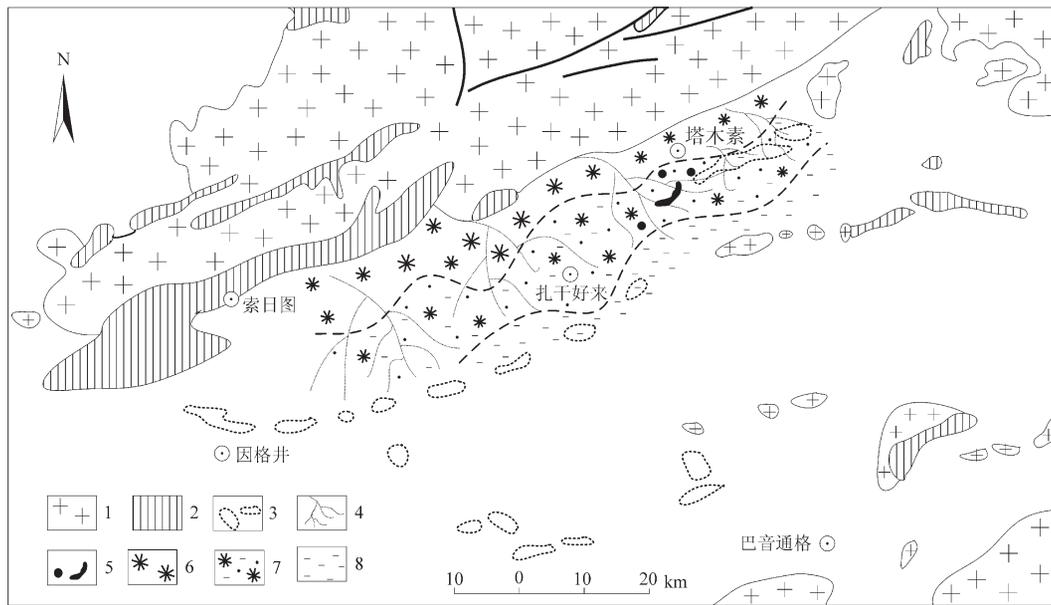


图5 巴音戈壁盆地因格井地区巴音戈壁组上段(K₁b²)氧化带分布示意图

1—花岗岩;2—变质岩;3—汇水区;4—扇三角洲;5—矿化孔、矿化体;6—氧化带;7—过渡带;8—还原带

Fig.5 The distribution of oxidation zone of the upper member of Bayingobi Formation in the Yingejing metallogenic belt, Bayingobi Basin

1-Granite; 2-Metamorphic rocks; 3-Catchment area; 4-Fan delta; 5-Drill hole intersecting mineralization, mineralized body; 6-Oxidation zone; 7-Transition zone ; 8-Reduction zone

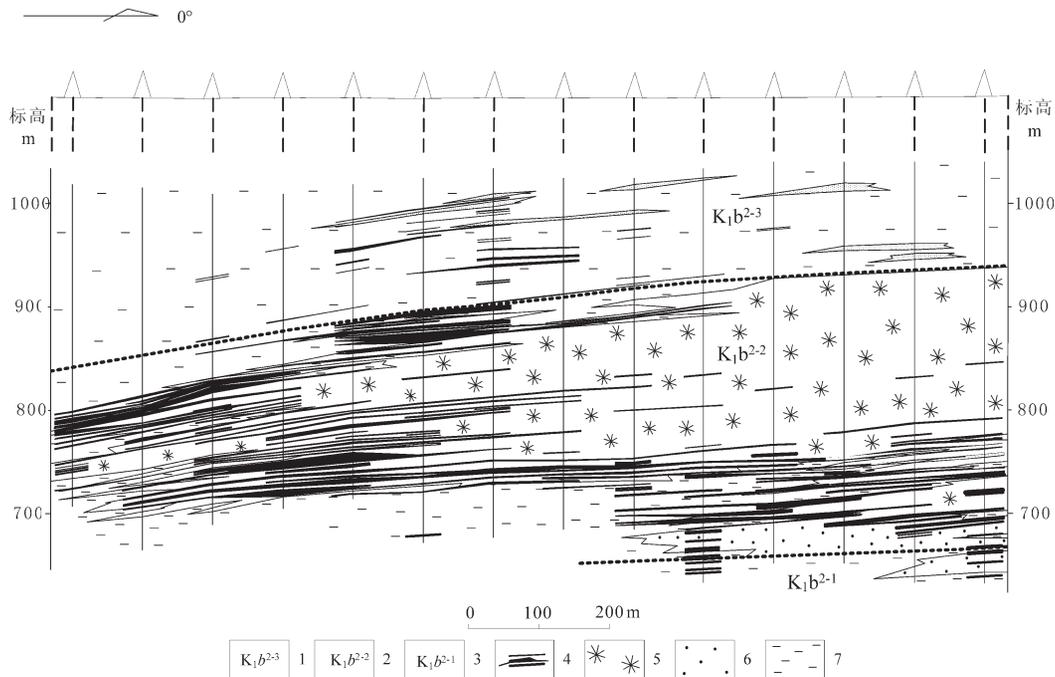


图6 巴音戈壁盆地因格井地区H32勘探线地质剖面示意图

1—巴音戈壁组上段上亚段; 2—巴音戈壁组上段中亚段;

3—巴音戈壁组上段下亚段; 4—矿体; 5—氧化带; 6—还原带; 7—隔水层

Fig. 6 Geological section along H32 exploration line in the Yingejing metallogenic belt, Bayingobi Basin

1—Upper part of upper member of Bayingobi Formation; 2—Middle part of upper member of Bayingobi Formation; 3—Lower part of upper member of Bayingobi Formation; 4—Mineralized body; 5—Oxidation zone; 6—Reduction zone; 7—Watertight stratum

壕矿床,并初步建立了古层间氧化带成矿模式。

与此同时,矿床外围找矿工作也有序推进,经钻探揭露发现皂火壕矿床北部广泛发育绿色氧化砂岩,局部见有未氧化的灰色砂岩,俗称“残留体”,其边缘见到铀矿化。南部为灰色砂岩分布区,两者之间为氧化还原过渡区,有近东西向蛇曲延伸的古层间氧化带前锋线控制铀成矿,考虑到直罗组为自西北向东南发育的辫状河流沉积,形成的泛连通巨大砂体受后期整体抬升影响,总体由东向西倾伏,含氧渗入水则总体从北部蚀源区及缺失区向南部氧化,所以向皂火壕矿床西北方向找矿成为必然。于是2005年皂火壕矿床外围开展的评价项目,率先在呼斯梁成矿带发现了纳岭沟矿床,随后又陆续发现了罕台庙、补点乌拉、巴音青格利矿产地以及多处矿化异常。此外,2006年利用中央地勘基金东胜煤田矿权空白区划出的18个煤炭勘查区,按4 km×4 km~2 km×2 km工程间距施工近千米深钻孔契机,

同步开展放射性测井,结果在540个煤炭钻孔中发现铀矿工业矿孔20个,从而圈出大营、阿不亥2片铀矿找矿靶区。2009年针对该靶区进行铀矿勘查,发现大营矿床、阿不亥矿床。矿床特征与皂火壕、纳岭沟铀矿床相近,不同的是其含铀层“泥-砂-泥”结构更好,矿体埋藏更深、规模更大,矿层出现多层。除直罗组下段下亚段含矿外,下段上亚段也含矿。

3.2 二连盆地找矿突破技术思路

二连盆地较系统的铀矿地质勘查工作始于20世纪80年代,核工业二〇八大队根据航空放射性测量成果,结合蚀源区铀源条件,首选脑木根地区开展工作,于1981—1985年对110综合异常晕进行浅钻揭露,在古近系下部脑木根组发现和提交了查干矿床。继而后于1986—1990年沿盆缘东北方向额仁淖尔地区逐步开展地面放射性综合测量,遴选最有潜力的861复合异常晕进行钻探揭露,在上白垩统二连组发现和提交了苏崩矿床。1989年通过对二

连盆地铀矿找矿10年来工作总结与证会,认为地面大片异常晕边部可能存在盲矿体,应不受地面矿化束缚,应施工大间距稀孔距剖面,于是1990年在二连组发现了努和廷矿床,但是由于后期地勘实物工作量明显减少,主要工作转入中小比例尺地质、构造及水文地质编图工作,1997年对编图研究筛选出的川井坳陷和腾格尔坳陷,进行少量稀疏钻探工程评价,在川井坳陷发现了矿化异常,在腾格尔坳陷南缘赛汉组(K₁bs)古河谷砂岩中,首次发现和落实了巴彦塔拉矿点,经预查大致查明了成矿环境,积累了经验,锻炼了队伍。但是,如何尽快取得找矿新突破,成为工作焦点。

2000年之后,盆地找矿工作得到加强。在实施二连盆地大调查与地勘项目的过程中,通过对地面物探电测深资料综合处理,确定赛汉高毕—巴彦乌拉地区有一条纵贯盆地中央的高视电阻率带,推测可能为砂体引起。后经钻探查证为赛汉组砂岩,砂岩中叠加有后生黄色蚀变,与灰色砂岩接触部位有铀矿化显示。为此,2003年正式进行钻探评价,沿垂直视电阻率带状高阻体布设稀疏钻探剖面,大致确定了辫状河流带状砂体所处的古河谷空间展布。进而按照全方位多角度的找矿思路,运用现代沉积学理论分析沉积环境,确定有利于后生氧化叠加和还原作用的区域,围绕古河谷“补—径—排”水动力循环系统、氧化带前峰线、后生还原作用、构造演化等控矿因素研究,弄清古河谷演化的全过程,选出最有利的地段施工钻孔,快速发现了赛汉高毕矿床、巴彦乌拉矿床,同时,矿床外围先后发现了巴润、芒来、哈达图3处矿产地,以及乔尔古、那仁、白音、古乃、塔木钦、古托勒6片找矿靶区。

3.3 巴音戈壁盆地找矿突破技术思路

巴音戈壁盆地铀矿地质工作始于1959年,当时主要由内蒙古三队、西北一八二队第五分队、703航测队进行地面伽玛和航空放射性测量工作,发现了一批异常点带,但因对这些异常进行地表揭露评价后成果不佳而搁置。期间有多家地勘单位和研究机构程度不同地开展了综合编图与研究,并划出了找矿远景区。

2000年核工业二〇八大队对盆地进行了中小比例尺编图研究,重新厘定和圈出塔木素、本巴图、乌力吉、阿拉坦敖包4片远景区。这些远景区主要

根据巴音戈壁组自蚀源区向湖盆冲积形成过程中,在冲积扇与湖相过渡区,常形成“指状”入湖辫状三角洲或扇三角洲砂体,之后缓慢稳定持续抬升而缺失沉积,接受来自铀源区的地下水渗入作用,在氧化前锋线附近聚集成矿的思路而预测的。但是因缺少深部钻孔资料,依据不够充分,特别是在定位成矿有利相带、地层结构及空间展布、地球化学环境等方面还不够准确,急需针对性地进行钻探查证。于是,2003—2007年在盆地开展钻探揭露评价,对塔木素地区施工主干剖面时,在盆地中央与蚀源区之间的钻孔中,见到了巴音戈壁组上段灰色砂岩与泥岩互层的含矿层位,局部夹有薄层黑色页岩和炭屑,偶见黄铁矿,零星见有黄色、红色氧化砂岩,继续向蚀源区方向追索施工钻孔后,见到工业矿孔,从而发现了塔木素矿床。

4 成果扩大与找矿方向

从三大盆地铀矿地质基本特征和找矿突破情况分析,查明含矿层的产出和发育特征是最基础的地质工作。只有当赋矿空间场所具备之后,构造、铀源和气候等成矿因素才能满足地下水在含矿层中持续稳定地“渗入、运移、排泄”。那么,就可以在成矿环境变异的地球化学障附近聚矿,该成矿过程是各种复杂地质因素耦合匹配的结果。通过对保留在含矿层中的成矿作用痕迹研究,即对叠加在含矿砂岩中的氧化带研究,主要是对含矿层环境指标样品分析结果统计分析(表1),量化确定氧化带的分带性和含矿性,从而定位氧化带前锋线具体位置,达到扩大找矿成果,明确找矿方向的目的。

4.1 现有成果扩大

鄂尔多斯盆地呼斯梁成矿带,应不断探索古层间氧化带前锋线的含矿性,着重在纳岭沟与大营矿床之间,以及延伸和外围有利地区不断寻求新扩大新发现,从宏观到微观捕捉河流心滩及其分叉变异部位,向外扩大以走向追索为主,倾向控制为辅,必要时对富矿段进行适当的钻孔加密。

二连盆地巴赛齐成矿带应根据河谷的分段性,针对性地从已知到未知,沿河谷走向不断向东西两端扩展,注意寻找河谷低洼变异和有机质富集部位,同时也要向河谷侧邦控制,避免遗漏矿体。

巴音戈壁盆地塔木素矿床矿体众多,应抓住主

表1 含矿层砂岩环境指标样品分析结果均值统计

Table 1 Mean value statistics of analytical results of sandstone environment index samples from the ore-bearing bed

环境指标	氧化带	鄂尔多斯盆地 皂火壕矿床	二连盆地 巴彦乌拉矿床	巴音戈壁盆地 塔木素矿床
岩石比电位 $\Delta E_h/mV$	完全氧化带	29.53	19.32	23.38
	部分氧化带	37.00	31.52	35.00
	矿石	>43.00	>45.00	>40.00
	还原带	42.15	41.12	39.93
有机碳 $C_y/10^2$	完全氧化带	0.16	0.09	0.31
	部分氧化带	0.19	0.21	0.43
	矿石	0.33	0.38	0.72
	还原带	0.24	0.13	0.51
低价硫 $S^2/10^2$	完全氧化带	0.14	0.08	0.43
	部分氧化带	0.12	0.21	0.49
	矿石	0.39	0.58	0.61
	还原带	0.31	0.35	0.52

注: 由核工业二〇八大队分析测试中心分析。

要矿体,寻找厚大富矿体,准确定位层间氧化带前锋线,加大前锋线部位钻孔控制,预测最佳成矿区域,使厚大富矿体的份额不断增加。同时还应加大因格井成矿带其它扇三角洲的找矿力度,争取新的发现。

4.2 今后找矿方向

呼斯梁成矿带东部有皂火壕、阿卜亥矿床,西部有纳岭沟、大营矿床,中部还未发现矿床,但有较多的找矿信息,应引起重视。还有各矿床、矿产地之间,以及矿床外延区域也值得注意,特别是纳岭沟、大营一带仍有较大找矿空间。另外,矿带南部油气区,北部缺失区其成矿作用也不容忽视,应加强局部隆起区及其边缘的找矿工作。

巴赛齐成矿带仅发现和落实巴彦乌拉、赛汉高毕2个矿床,但自西向东依次还有乔尔古、齐哈、塔木钦、古托勒、准棚、白音芒来、巴润、白音塔拉、那仁9个矿产地和靶区,工作程度偏低,有必要择选重点,做到疏密结合。在考虑类似共性的同时,侧重考虑实际个性,取得更大成果。同时,对河谷之外扇三角洲入湖部位也要引起重视,尽快突破古乃素木找矿靶区。

因格井矿带西部由于沙漠覆盖,未能涉足,东

部因受基岩出露,可能影响扇三角洲发育,也未涉足。因此,应尽可能早日查证,寻找新的后备勘查基地。另外,矿床勘查时要按照层间氧化带成矿观点,锁定砂泥“指状”接触部位,以及红色、黄色氧化叠加地段进行重点勘查。

5 结 语

三大盆地铀矿找矿工作获得重大突破,首先得益于水成铀矿理论的灵活运用,打破旧的传统认识和观念束缚,结合本地区实际地质情况,进行不断探索和实践的结果。目前总体工作程度还较低,还有许多地区找矿工作尚未涉及。已初步确定的成矿带总结研究还不够充分,系统编图和理论总结还有待加强。下步的找矿工作应从三大盆地铀矿地质特征出发,以呼斯梁、巴赛齐、因格井3个成矿带为重点,继续扩大成果,实现找矿新突破。

致谢: 感谢中国地质科学院聂凤军教授在论文撰写过程中给予的帮助与指导!感谢审稿专家及责任编辑杨艳博士对论文提出的宝贵修改意见!

参考文献(References):

- [1] 张金带,徐高中,林锦荣,等. 中国北方6种新的砂岩型铀矿对铀

- 资源潜力的提示[J]. 中国地质, 2010, 37(5): 1434-1449.
Zhang Jindai, Xu Gaozhong, Lin Jinrong, et al. The implication of six kinds of new sandstone-type uranium deposits to uranium resources potential in North China[J]. *Geology in China*, 2010, 37(5): 1434-1449(in Chinese with English abstract).
- [2] 张岳桥, 廖昌珍. 晚中生代-新生代构造体制转换与鄂尔多斯盆地改造[J]. 中国地质, 2006, 33(1): 28-40.
Zhang Yueqiao, Liao Changzhen. Transition of the Late Mesozoic-Cenozoic tectonic regimes and modification of the Ordos basin[J]. *Geology in China*, 2006, 33(1): 28-40(in Chinese with English abstract).
- [3] 刘春燕, 林畅松, 吴茂炳, 等. 银根-额济纳旗中生代盆地构造演化及油气勘探前景[J]. 中国地质, 2006, 33(6): 1328-1335.
Liu Chunyan, Lin Changsong, Wu Maobing, et al. Tectonic evolution and petroleum prospects of the Mesozoic Innggen-Ejin Qi basin, Inner Mongolia[J]. *Geology in China*, 2006, 33(6): 1328-1335(in Chinese with English abstract).
- [4] 丁万烈, 申科峰. 水成铀矿沉积岩的后生蚀变[J]. 铀矿地质: 2001, 17(2): 83-89.
Ding Wanlie, Shen Kefeng. Epigenetic alteration of sedimentary rocks at hydrogenic uranium deposit[J]. *Uranium Geology*, 2001, 17(2): 83-89(in Chinese with English abstract).
- [5] 杨建新, 陈安平. 鄂尔多斯盆地呼斯梁地区可地浸砂岩型铀矿地质特征与找矿前景[J]. 铀矿地质: 2008, 24(2): 96-100.
Yang Jianxin, Chen Anping. Geologic feature and exploration vista of leachable sandstone type uranium deposit in Husiliang area of Erdos basin [J]. *Uranium Geology*, 2008, 24(2): 96-100(in Chinese with English abstract).
- [6] 李洪军, 申科峰, 聂凤军, 等. 二连盆地中生代沉积演化与铀成矿[J]. 东华理工大学学报(自然科学版): 2012, 35(4): 301-308.
Li Hongjun, Shen Kefeng, Nie Fengjun, et al. Sedimentary evolution in Meso-Cenozoic and uranium mineralization of Erlian basin [J]. *Journal of East China Institute of Technoology (Natural Science)*, 2012, 35(4): 301-308(in Chinese with English abstract).
- [7] 张金带, 简晓飞, 郭庆银, 等. 中国北方中生代沉积盆地铀矿资源调查评价(2000-2010)[M]. 北京: 地质出版社, 2013: 70-180.
Zhang Jindui, Jian Xiaofei, Guo Qingyin, et al. *Minpral Resources Investigation and Appraisal of Uranium in Meso-Genozoic Basins in North China(2000-2010)* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2013: 70-180(in Chinese).
- [8] 张金带. 进入新世纪以来铀矿地质工作的探索与实践[M]. 北京: 原子能出版社, 2013: 6-9.
Zhang Jindui. *The Exploration and Practice in Uranium Geology after the New Century*[M]. Beijing: Atomic Press, 2013: 6-9(in Chinese with English abstract).
- [9] 张金带, 李子颖, 李友良, 等. 铀矿资源潜力评价技术要求 [M]. 北京: 地质出版社, 2012: 28-61.
Zhang Jindai, Li Ziyang, Li Youliang, et al. *Technical Requirements of Uranium Resomtes Potential Evaluation*[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2012: 28-61(in Chinese).
- [10] 中国地质调查局. 国土资源地质大调查成果总结报告(1999-2010)[M]. 北京: 地质出版社, 2012: 33-34.
China Geological Survey. *The Geological Survey Report of Land and Resomces(1999-2010)* [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2012: 33-34(in Chinese).
- [11] 施俊法, 唐金荣, 周平, 等. 世界找矿模型与矿产勘查 [M]. 北京: 地质出版社, 2013: 425-434.
Zhang Junfa, Tang Jinrong, Zhou Ping, et al. *Rospecting Model and the Mineral Exploration*[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2013: 425-434(in Chinese with English abstract).
- [12] Franz J. Dahlkamp. *Uranium Deposits of the World, USA and Latin America* [M]. Berlin Heidelberg: Springer 2010: 80-100.
- [13] Neil N G, Geo P, Thomas C. *Technical Report on the Uranium Exploration [R]. Properties in Mongolia Prepared for Denison Mines Corp.*, 2007: 43-101.

Uranium prospecting breakthrough, achievement expanding and prospecting orientation in main Mesozoic–Cenozoic sedimentary uranium basins of Inner Mongolia

SHEN Ke-feng YANG Jian-xin, HOU Shu-ren, DAI Ming-jian, LI Hong-jun

(No. 208 Geological Party of CNNC, Baotou 014010, Inner Mongolia, China)

Abstract: Since the localization of the most of the uranium geological prospecting units in 2000, The geological party of CNM carried out geological exploration projects and surveys in Ordos, Erlian and Bayingobi Mesozoic–Cenozoic sedimentary basins in consistency with the strategic plan of “in situ leaching sandstone uranium as the predominant uranium type in north China”. A breakthrough in prospecting was achieved, and all achievements have also been constantly expanded in the subsequent exploration. In addition, both Ordos Basin and Erlian Basin were listed as the first batch of equipped exploration areas in 2011. As expanding and consolidating existing achievements in the same time and summarizing the key factors and patterns of prospecting breakthrough constitute particularly important steps for the achievement expanding and discovering of new deposits. Based on the basic characteristics of main Mesozoic–Cenozoic sedimentary uranium basins of Inner Mongolia, this paper sums up crucial techniques and methods for prospecting breakthroughs, analyzes uranium ore-forming potential and exploration prospect, and points out the three metallogenic belts of Husiliang, Bayinggebi–Saihantala–Qiha, and Yingejing edge as the key areas to expand the achievement.

Key words: uranium characteristics; prospecting breakthrough; achievement expanding

About the first author: SHEN Ke-feng, male, born in 1962, senior engineer, engages in exploration of uranium deposits; E-mail: skf208@163.com.