

中国西北部中生代盆地砂岩铀成矿区划及找矿方向*

Metallogenic regionalization and ore-prospecting targets for sandstone type uranium deposits in Mesozoic-Cenozoic basins of northwestern China

王正其^{1,2}, 李子颖¹, 管太阳², 徐小奇^{1,3}

(1 核工业北京地质研究院, 北京 100029; 2 东华理工学院, 江西 抚州 344000

3 江西省核工业地质局, 江西 南昌 330046)

WANG ZhengQi^{1,2}, LI ZiYing¹, GUAN TaiYang² and XU XiaoQi^{1,3}

(1 Beijing Research Institute of Uranium Geology, Beijing 100029, China; 2 East China Institute of Technology, Fuzhou, 344000, Jiangxi, China; 3 Jiangxi Bureau of Geology for Nuclear Industry, Nanchang 330046, Jiangxi, China)

摘 要 通过对盆地地质构造环境、盖层组成与结构、古气候及演化、赋铀砂体类型、后期构造改造、砂岩铀成矿作用等六个因素的分析, 提出了中国西北部中生代盆地砂岩铀成矿区划方案, 并讨论了各成矿区的主要找矿方向。

关键词 成矿区划; 砂岩铀矿; 盆地; 中国西北部

1 成矿区划原则讨论

中生代盆地砂岩铀成矿取决于诸如铀源、古气候演变、砂体成因类型与结构、还原剂、后期的适度改造、水动力状况等多方面地质条件的有效配置 (Franz, 1993; IAEA, 2001; 陆克政, 2003; Hobday et al., 1999)。合理的成矿区划原则应建立在对影响盆地砂岩铀成矿诸要素综合分析的基础上, 综合评价并筛选出制约或起主导控制作用的地质条件。

不同地质构造环境下形成的盆地在盆地结构构造、沉降与充填特点、沉积体系发育与砂体空间展布等方面都存在较大差异 (陆克政, 2003; Hobday et al., 1999), 基底组成是影响盆地充填物成分和初始铀富集程度的重要因素。盖层组成与结构直接反映盆地沉降特点、充填特征及沉积体系类型、古气候及其演化过程等, 是盆地砂岩铀成矿条件分析及成矿区划的基础。古气候及演化影响盆地充填沉积体系类型、相带分异、砂体中还原剂与吸附剂的含量, 制约铀原始富集及后生活化等。盆地地质构造背景、古气候、古地形、沉积环境与沉积体系等, 对砂体成因类型及其砂岩铀成矿类型、矿体形态和分布范围起着重要的制约作用。砂体沉积之后构造改造对砂岩铀矿形成及保存构成重要影响。适度的期后改造, 对改善水动力状况, 铀元素活化、富集成矿产生重要的积极作用, 反之, 则可能导致成矿条件丧失或赋矿、保矿条件破坏。此外, 成矿区划应体现出对砂岩铀成矿类型及找矿方向评价的指导意义, 这是成矿区划的目的和要求。

2 砂岩铀成矿区划方案

基于上述讨论, 通过中国西北部中生代盆地地质构造环境、盖层组成与结构、古气候及演化、砂体

*第一作者简介 王正其, 男, 1964 年生, 副教授, 在读博士研究生

成因类型、后期构造改造、砂岩铀成矿作用等六个方面的综合分析和评价,将中国西北部中生代盆地划分为5个砂岩铀成矿区(图1): I. 天山成矿区; II. 北山—巴丹吉林成矿区; III. 二连成矿区; IV. 阿拉善—鄂尔多斯成矿区,进一步划分为阿拉善成矿亚区(IV-1)和鄂尔多斯成矿亚区(IV-2); V. 塔里木成矿区。

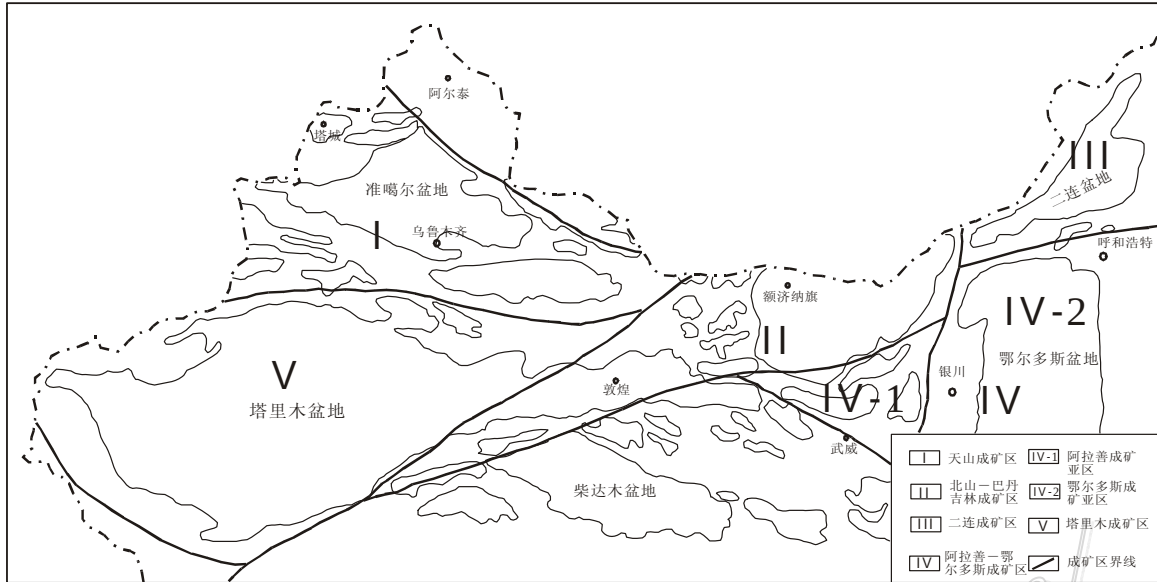


图1 中国西北部砂岩铀成矿区划示意图

3 成矿区特点及找矿方向

3.1 天山成矿区

包括天山山间盆地(如伊犁盆地、吐哈盆地等)、准噶尔盆地、三塘湖盆地等。位于哈萨克斯坦板块范围内。盆地多经历了类克拉通式弱伸展环境下的断陷或坳陷期(早、中侏罗世)、挤压隆升期(晚侏罗世)、热沉降环境下沉积期(早白垩世)和晚白垩世区域性挤压隆升期;古新世至始新世处于伸展—弱伸展环境,中、上新世以来,挤压作用逐渐加强,南缘突出表现为巨大的天山山系的隆升,往北以广泛次造山运动为特点。盆地基底多由前寒武纪变质岩系和海西褶皱带“双层结构”构成(张功成,1999;田在艺等,1996;吉让寿等,2000;赵文智,2000;张泓,1998)。早、中侏罗世为温带潮湿气候,发育一套暗色(或含煤)碎屑岩系;晚侏罗世气候干旱;早白垩世为暖温带干湿过渡气候,往中亚地区湿度增加(田在艺等,1996;冯建辉,2000;秦明宽,1997;王正其,1999);新生代总体处于干旱条件。找矿目的层以中、下侏罗统为主,探索下白垩统、上白垩统一下第三系。砂体成因类型包括辫状三角洲体系分流河道砂体(冯建辉,2000;王正其,1999)和辫状河沉积砂体。层间氧化带型砂岩铀矿应作为主攻方向;探索后生潜水淋滤型和与油气还原作用相关的砂岩铀矿。

3.2 北山—巴丹吉林成矿区

处于阿尔金断裂带影响范围内,包括北山盆地群、巴丹吉林盆地群和敦煌盆地。通常包含规模相对较小的若干坳陷,低水位时可能半连通甚至互不连通,高水位时洼地之间水体相连(何治亮,1999;赵澄林,2002;何等发,1999)。早、中侏罗世,南北区存在一定差异,北山北部区与巴丹吉林区盆地发育受制于走滑伸展机制;北山南部区则与敦煌盆地处于走滑挤压体制。受侏罗、白垩纪之交发生的强烈构造运动影响,盆地普遍缺失上侏罗统,侏罗系明显褶皱变形。早白垩世各盆地处于走滑弱伸展背景,晚白垩世至中新世大规模抬升遭受剥蚀。或许受来自太平洋板块的影响,东部诸坳陷早白垩世发育玄武岩、碱性玄武岩。喜山期为挤压体制下的断块运动,局部接受沉积。早、中侏罗世总体为温暖潮湿气候,形成灰色含煤碎屑岩系,巴丹吉林盆地煤层厚度较薄,并含有较多的火山碎屑岩;晚侏罗世至早白垩世早期,气候干旱;之

后,可能受地形或南北气候分带的影响,敦煌区气候干旱,而北山、巴丹吉林区处于潮湿或半潮湿条件。晚白垩世开始,全区气候转变为干旱条件。

本区最具找矿意义当属下白垩统(新民堡群、巴音戈壁组),推测中侏罗统(龙凤山组)可能构成敦煌盆地局部地段的有利层位。成矿砂体以扇三角洲和辫状三角洲平原、前缘分流河道沉积砂体为主,其次是冲积扇平原辫状河道充填砂体(何冶亮,1999;赵澄林,2002;郭彦如,2003),砂体中含有一定量的炭化植物碎屑,平面上可能以朵状或带状为特征。推测受三角洲体系(朵状)或辫状河道充填砂体(带状)控制的层间氧化带型铀矿是该区主要砂岩铀成矿类型,其次是受古河道控制的潜水氧化带型。

3.3 二连成矿区

位于内蒙古阴山以北地区,包括阴山盆地群、二连盆地群等,均由若干拗陷与隆起相间构成,呈北东向展布。主体位于西伯利亚板块南缘蒙古—兴安岭古生代陆缘增生褶皱带,具前寒武纪变质岩和古生代褶皱带双重基底。盆地充填始于侏罗纪,中、下侏罗统主要为弱伸展环境下沉积的暗色含煤碎屑岩系。晚侏罗世受环太平洋构造影响,频繁发生中基性-中酸性火山喷溢活动。侏罗纪末期,区内应力状态由南北相向挤压态势变为NW-SE向挤压格局(祝玉衡等,2000),致使中、下侏罗统抬升、褶皱和剥蚀;早白垩世断陷盆地发育于 J_3 中基性-中酸性火山岩带之上。二连盆地早白垩世处于伸展-热沉降背景,构成由沉降开始(阿拉善组洪积物)到强烈断陷(腾格尔组巨厚泥岩)再到沉降速率较弱(都红木组),逐渐填平补齐的负地形(赛汉塔拉组),直至遭受剥蚀的地层层序。区内经历了干旱(晚侏罗世)、温暖潮湿(早白垩世)、半潮湿-干旱过渡(晚白垩世—早第三纪)的古气候演变历程,到晚第三纪以后变为干燥气候。空间上,从西到东气候由干旱、半干旱逐渐向潮湿条件过渡(祝玉衡等,2000)。

初步厘定下白垩统赛汉塔拉组为找矿首选对象;第三系(阴山及其北缘)、上白垩统(二连盆地北缘)构成潜在层位,砂岩铀矿主要受控于辫状河道砂体。赛汉塔拉组为二连盆地发育晚期的拗陷沉积,自东向西煤层和炭质泥岩数量与厚度均逐渐递减,东部拗陷中砂体主要属冲积扇、辫状河、辫状三角洲沉积体系,西部则以冲积扇或短轴方向辫状河(短程)、长轴方向发育的低弯度曲流河或辫状河(长程)沉积为特征(祝玉衡等,2000),砂体中炭化植物碎屑等有机质含量呈逐渐减少。上白垩统和第三系砂体主要为位于盆地边缘发育于基底之上或下伏沉积地层之上的辫状河道沉积。砂岩铀矿成因类型归属潜水层间氧化及潜水氧化成因。部分地区砂岩铀矿以堆状矿体形式产出,可能与沿断层上升的深部油气还原作用有关。

3.4 阿拉善—鄂尔多斯成矿区

包括鄂尔多斯盆地和潮水、雅不赖、碱泉等盆地。处于中朝板块范畴,盆地具相似的基底特征和相似的盆地演化过程与盖层结构(赵文智,2000;张泓,1998)。经历了早、中侏罗世拗陷沉降、晚侏罗世的挤压造山和早白垩世的伸展拗陷、晚白垩世及其以后的挤压抬升等发展阶段;盖层由下、中侏罗统(灰色含煤碎屑岩)、晚侏罗统(杂色、紫色碎屑岩)、下白垩统(红、灰色相间碎屑岩)等组成。早、中侏罗世总体为温暖潮湿气候,中侏罗世末期逐渐向半干旱、干旱转变,晚侏罗世干旱特征明显;早白垩世及其以后处于潮湿—干旱气候过渡区(田在艺等,2000;吉让寿等,2000;赵文智,2000;张泓,1998),潮水盆地湿度相对大,鄂尔多斯盆地气候干旱。

基于在演化过程、期后盆地所处的动力学环境、后期改造特点差异,将成矿区划分为鄂尔多斯成矿亚区和阿拉善成矿亚区。其中鄂尔多斯亚区目的层主要为中侏罗统直罗组,下白垩统以风成沙或风成沙的改造沉积为主,其找矿意义有待研究;阿拉善亚区除了中侏罗统龙凤山组外,下白垩统(庙沟组)也值得探索。直罗组砂体具长程辫状河沉积特点;龙凤山组以短程或冲积扇平原背景发育的辫状河为特征,其次是辫状三角洲沉积砂体。潮水盆地的下白垩统以半旱地扇、扇平原辫状河沉积为特征,洼地中心发育具季节性特征的浅湖或河湖过渡沉积(陈祖伊等,1989;李胜祥,1985)。龙凤山组砂岩铀矿应属潜水—层间氧化带型。直罗组中砂岩铀矿成因,尚存在不同看法。笔者认为包括庙沟组在内,直罗组砂岩铀矿可归属于古河谷型,铀成矿可能与砂体上或下部的厚层泥岩中的初始富集铀,在压实成岩过程向孔隙度较大的砂体迁移有关。

3.5 塔里木成矿区

与广义的塔里木盆地范围相吻合。塔里木盆地是一个大型的以稳定克拉通和前陆盆地为主的复合盆地,由多个不同性质的原型盆地构成。基底由前震旦系结晶岩系组成,古生代“地台式”沉积地层构成盆地的直接基底。盖层包括三叠系、侏罗系、白垩系、第三系和第四系,具有在盆地中心薄,周缘各坳陷中厚度较大的分布特点。晚三叠世为挤压环境下的克拉通边缘前陆盆地;侏罗—白垩纪为弱伸展环境下形成的断陷—坳陷盆地,下白垩统与侏罗系之间呈平行或低角度不整合接触;早第三纪塔里木盆地不同地段构造环境存在差异,如塔西南地区继承了晚白垩世的热沉降沉陷盆地性质,而周缘其它地段,自始新世末以来演变为前陆性质(张功成,1999;田在艺等,1996;周志毅,2001)。区内气候经历了潮湿(三叠纪—中侏罗世)、干燥(晚侏罗世)、潮湿—干旱过渡(早白垩世)和干旱(晚白垩世及以后)的演变过程。燕山运动二幕(晚侏罗世末)、四幕(早白垩世末)、五幕(晚白垩世末)和喜山运动表现明显,形成 K_1/J_3 、 K_2/K_1 、 E/K_2 的微角度或平行不整合面及 N_1/E 、 N_2/N_1 、 Q/N_2 等角度不整合面(周志毅,2001)。喜山运动对盆地南北缘地层改造、破坏程度大。

砂岩铀矿找矿目的层为中、下侏罗统、下白垩统和第三系。中、下侏罗统为一套灰色含煤碎屑岩,砂体类型归属于辫状河、三角洲体系,宜探索层间氧化带型;下白垩统包括冲(洪)积扇、扇平原辫状河及三角洲沉积;第三系属于辫状河或曲流河沉积,后两套目的层砂体中本身有机质含量要很低,其中的砂岩铀矿与该地区油气活动有着密切的关系。

4 认识与建议

合理的成矿区划应是在对影响盆地砂岩铀成矿诸要素综合分析、评价并筛选起主导控制作用的地质条件基础上展开,并体现区域砂岩铀成矿作用特点和对找矿工作的指导意义。基于盆地地质构造环境、盖层组成与结构、古气候及演化、砂体成因类型、后期构造改造、砂岩铀成矿作用等六个方面,将中国西北部中生代盆地划分为5个砂岩铀成矿区:天山成矿区、北山—巴丹吉林成矿区、二连成矿区、阿拉善—鄂尔多斯成矿区 and 塔里木成矿区。

不同成矿区砂岩铀成矿作用及成因类型是有差异的,在找矿工作及工程部署中应注意区别对待,做到有的放矢。除天山成矿区外,二连成矿区、阿拉善—鄂尔多斯成矿区可作为下一步砂岩铀找矿的首选区,但要注意砂岩铀成矿成因类型的差别,亟待砂岩铀成矿理论的研究和突破。

参 考 文 献

- 陈祖伊. 1989. 潮水(广义)盆地铀矿区域成矿条件分析. 核工业北京地质研究院年报, 178~185.
- 冯建辉. 2000. 伊犁盆地层序地层学及沉积学研究. 石油大学出版社.
- 郭彦如. 2003. 查干断陷湖盆层序地层框架中的含油气系统. 地质出版社.
- 何等发. 1999. 中国西北地区沉积盆地动力学演化与含油气系统旋回. 石油工业出版社.
- 何治亮. 1999. 中国巴丹吉林地区中生代盆地分析. 中国地大出版社.
- 吉让寿, 钱一雄, 等. 2000. 中国西北地区中生代盆地与油气. 西安地图出版社. 56~219.
- 李胜祥. 1985. 碱泉盆地地质发展史及铀成矿条件分析. 核工业北京地质研究院年报, 40~45.
- 陆克政. 2003. 含油气盆地分析. 石油大学出版社.
- 秦明宽. 1997. 新疆伊犁盆地南缘可地浸层间氧化带型砂岩铀矿床成因及定位模式. 博士论文.
- 田在艺, 张庆春. 1996. 中国含油气沉积盆地论. 石油工业出版社. 164~223.
- 王正其. 1999. 新疆扎巴斯坦地区层间氧化带型砂岩铀成矿规律研究. 科研报告(内部).
- 张 泓. 1998. 中国西北侏罗纪含煤地层与聚煤规律. 地质出版社.
- 张功成. 1999. 中国含油气盆地构造. 石油工业出版社.
- 赵澄林. 2002. 敦煌盆地群侏罗纪石油地质研究. 石油工业出版社.
- 赵文智. 2000. 中国西北地区侏罗纪原型盆地形成与演化. 地质出版社.
- 周志毅. 2001. 塔里木盆地各纪地层. 科学出版社.
- 祝玉衡, 等. 2000. 二连盆地下白垩统沉积相及含油性. 科学出版社.
- Franz J and Dahlkamp. 1993. Uranium Ore Deposits. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 250~318.
- Hobday D K and Galloway W E. 1999. Groundwater processes and sedimentary uranium deposits. Hydrogeology Journal, 7: 127~138.
- IAEA. 2001. Assessment of uranium deposit types and resources—a worldwide perspective. ISSN 1011~4289; 93~101; 171~185.