

文章编号:1009-3850(2014)01-0055-06

伊犁盆地扎吉斯坦北部西山窑组下段 砂体发育特征与铀成矿的关系

杜默¹, 邱余波^{1,2}, 陈文彬³, 张占峰¹, 刘俊平¹

(1. 核工业二一六大队, 新疆 乌鲁木齐 830011; 2. 成都理工大学核技术与自动化工程学院, 四川 成都 610059; 3. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081)

摘要:本文初步研究了扎吉斯坦北部砂体的发育特征与铀成矿的关系。通过对研究区单井剖面、联井剖面以及平面上砂体发育情况的研究与分析, 探讨砂体对铀矿体的控制与影响。研究表明, 铀矿化发生、发育于砂体厚度相对稳定、粒度较粗、孔隙度、渗透率较好的地段。砂体构形变化的部位是成矿的有利部位, 即砂体厚度由厚变薄的过渡地段有利于铀矿的富集。

关键词:伊犁盆地; 西山窑组下段; 砂岩型铀矿; 铀成矿

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

伊犁盆地南缘可地浸砂岩型铀矿控矿因素的研究表明, 砂体发育特征对铀成矿的控制作用十分明显, 砂体厚度及其空间展布的稳定性, 直接影响到砂体渗透性能的均一性, 从而影响到层间水的水动力状况, 进而影响到铀成矿的规模^[1]。随着伊犁盆地扎吉斯坦地区钻探工作的深入进行, 发现扎吉斯坦地区南段地层受构造作用较大, 矿区内次生断层较多, 对成矿影响大, 矿体规模小于北段; 同时, 扎吉斯坦地区北段成矿规律和模式研究工作取得了较大的进展。本文对该地区北段砂体发育特征与铀成矿关系的初步分析, 将有助于进一步研究该矿床的铀成矿规律及成矿模式, 对指导和借鉴可地浸砂岩型铀矿找矿工作具有一定意义^[2]。

1 地质背景

1.1 区域地质

扎吉斯坦矿区所处的伊犁盆地是在塔里木板

块和哈萨克斯坦板块的南北对冲挤压应力下形成的大型内陆山间坳陷盆地, 形成于元古界、古生界基底之上, 盖层为中生代陆相沉积^[3]。盆内发育近南北向、北东向和东西向3组次级断裂和褶皱。扎吉斯坦矿区位于伊犁盆地南缘东部构造活动区与西部稳定区之间的中部过渡部位^[4]。

伊犁盆地的直接基底为古生界^[5], 其在盆地南部山区广泛出露。海西运动中晚期在区内形成了铀含量比较高的花岗侵入岩体及中酸性岩脉, 为盆地内生铀矿的形成提供了丰富的初始铀源。盆地沉积盖层总体发育较为完整, 自下而上有三叠系、侏罗系、新近系和第四系, 其中中下侏罗统水西沟群为一套潮湿气候条件下形成的含煤碎屑沉积, 该群岩性组合具砂、泥、煤互层的三元结构, 是盆地主要的铀矿赋存地层。铀矿化类型主要为砂岩型、泥岩型和煤岩型3类, 砂岩型铀矿化在规模上占绝对优势, 以层间氧化成因为主。

收稿日期: 2013-08-22; 改回日期: 2013-08-27

作者简介: 杜默(1986-)女, 2009年毕业于西北大学地质学系。研究方向: 沉积地质、铀矿床学。E-mail: 19325830@qq.com

资助项目: 全国铀矿资源调查评价计划项目“新疆伊犁盆地南缘可地浸砂岩型铀矿远景调查”(1212011220775)、整装勘查关键基础地质研究计划项目“新疆伊犁盆地砂岩型铀矿整装勘查区关键基础地质研究”(12120114007601) 联合资助

1.2 矿床地质

扎吉斯坦矿区主体构造是一个屈状向斜,根据地层产出的形态、构造及其稳定性和断层的发育状况,可将扎吉斯坦矿区划分为南、北两段(图1)。南段:位于F3断层以南,中生代地层与古生代地层呈断层接触,局部发育次级断层,中侏罗统水西沟群产状变化较大,在南部山前地带直立甚至倒转,相应层位埋深大。北段:位于F3断层以北,中生代地层与古生代地层呈超覆不整合接触,褶皱及断裂构造不发育,由西南往东北呈稳定平缓的单斜带,相应层位埋深浅。因此,本文将扎吉斯坦北段作为本次主要的研究区,其能更准确地反映砂体发育特征与铀成矿的关系。

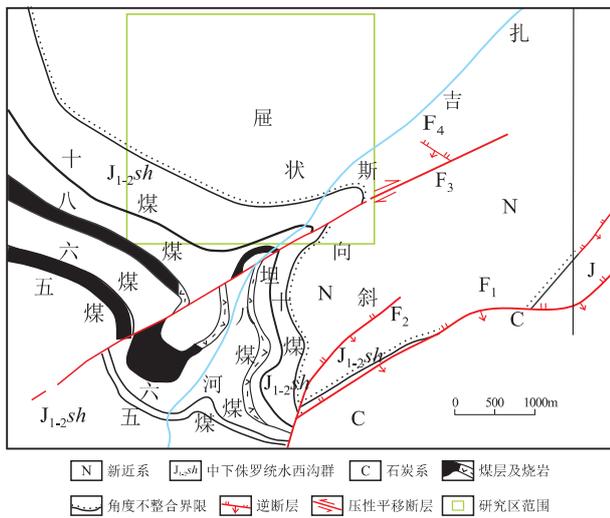


图1 扎吉斯坦地段构造略图^[7]

Fig. 1 Schematic structural map of the Zhajisitan area (Yin Jianhua et al., 2003)

扎吉斯坦矿区的直接基底为石炭系、二叠系的灰岩、滨海相碎屑岩、火山碎屑岩、中基性熔岩、中酸性火山岩及火山凝灰岩。盖层有侏罗系中下统、新近系、第四系。其中侏罗系中下统水西沟群($J_{1-2}SH$)为区内的含矿和赋矿地层^[6],超覆不整合于石炭系基底之上,为一套陆相含煤碎屑岩沉积,可见13层煤(第一~第十三层煤),以第五、六、八、十层煤最为稳定。

2 砂体发育特征

2.1 基本特征

中侏罗统水西沟群西山窑组下段砂体(图2)主要由浅灰色、灰色、深灰色、浅黄色、浅红色、黄色砂砾岩、含砾粗砂岩、粗-细粒砂岩、粉砂岩、泥岩和煤

层不等厚互层构成,具有较理想的泥-砂-泥结构^[8]。该段顶部为第八煤层,厚度一般在27m左右,相对稳定,为区域标志层。该段下部为区内主要含矿砂体,在矿区分布也较稳定且较厚,厚度一般为21m左右,净厚度平均为19m,岩性以浅灰色、灰色、深灰色、灰黄色、浅红色含砾粗砂岩、粗-细粒砂岩为主,内部存在1~2层不稳定的粉砂岩、泥岩和炭块夹层。砂体形态为块状、板状,分选性为较好-较差,磨圆度为次棱角-次圆状,泥质胶结为主,固结疏松,体现了一定的成熟度,说明经过了一定距离的搬运^[9]。在垂向上粒度具有粗-细的正韵律特征,孔隙度和渗透性不均一。砂体普遍发育中等粘土化蚀变,含有机质、炭屑,且含量相对较高,局部见黄铁矿。氧化砂体中普遍发育分散状、浸染状褐铁矿化蚀变。砂体以块状构造和小型槽状交错层理构造为主,细粒砂体中发育水平层理、微波状层理^[10]。

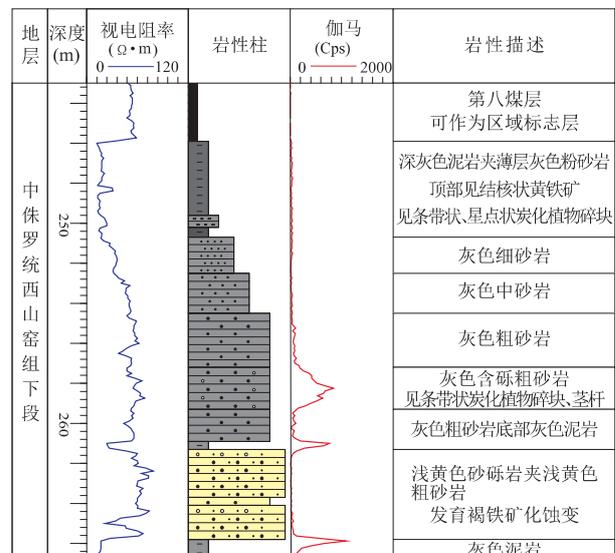


图2 ZK6410 钻孔综合柱状图

Fig. 2 Generalized column through the ZK-6410 well

视电阻率曲线值幅度的高、低是沉积物岩性、颗粒度、胶结物及其胶结程度、泥质含量等因素差异的综合体现,而这些因素的差异是沉积环境、水动力条件、沉积物供给条件等发生变化或变迁所造成的沉积物特征差异的具体反映^[11]。通过对垂向上地层测井响应特征的对比和研究,该段砂体视电阻率曲线值表现为幅度高、变化大,形态以锯齿型和复合型为主^[12],反映了该段砂体的减积特征和正韵律现象^[13]。

2.2 砂体横向发育特征

中侏罗统西山窑组下段砂体在在横向上具有一定的稳定性和规律性(图3),砂体走向北东东向,

倾向北东,沿走向砂体埋深西部浅,往东逐渐变深,砂体底板有一定的起伏,局部有微凹区。砂体展布稳定且较均一,延伸性和连通性较好,厚度变化具有规律性,即向西北和北方向渐变薄。砂体粒度为粗-中-细粒级不等,砂体粒度在垂向上以下粗上细的递变韵律为主,局部地段也有下细上粗的韵律。砂体粒度在走向上无明显变化,沿倾向有变细的趋势。在倾向方向上,薄层泥岩、粉砂质泥岩多以透镜体的形式产出,极不稳定,在剖面上不能自然连接,在矿体中难以形成稳定的隔水层,其主要产出

于砂体中部。在矿区东部,薄层泥岩、粉砂质泥岩的夹层变厚且夹层数增多。层间氧化带发育规模较大,沿砂体由南向北逐渐发育,其稳定性受沉积环境、砂体厚度的影响。层间氧化带主要分布于砂体的中下部,发育部位与砂岩的粒度和渗透性相关,在粒度较粗或渗透性较好的砂岩中发育最好^[14]。氧化带厚度由南往北依次变薄,并逐渐趋于尖灭。在矿区南部,层间氧化带几乎充满整个砂体,其厚度与砂体厚度接近或相等。

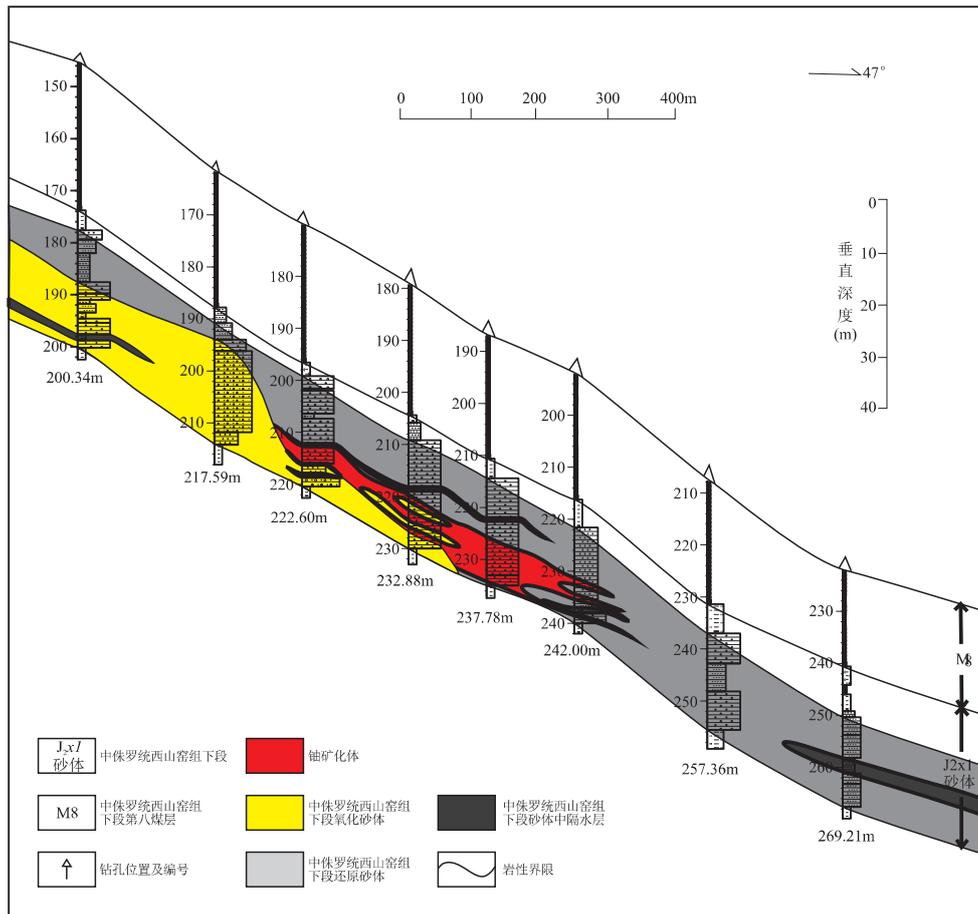


图3 西山窑组下段横向剖面图

Fig. 3 Cross section across the lower member of the Xishanyao Formation

2.3 砂体空间展布特征

铀矿体空间展布总体上具有连续性和变化性的特点(图4),砂体厚度12m~25m,平均厚度19m,厚度变化较大,在砂体等厚度图上表现出不完整的指状特征。由东向西,具有朵状和条带状特征,砂体由东向西呈现出厚-薄-厚变化特征。即F3断层~032号线、046~070号线间砂体厚度相对较厚,为18~24m;032~046号线之间则相对较薄,为16~18m。F3断层~032号线之间,其南部砂体厚度

较厚,整体来看由南向北砂体有减薄的趋势,其中016~024线之间砂体厚度变化复杂,该地段南部由南向北砂体厚度迅速由厚变薄再变厚,由于砂体渗透率和孔隙度突然变小,当含氧含铀水由南向北流经时,造成水流方向的改变,形成绕流,以致于造成层间水及其物质成分,包括铀元素的重新分配,导致层间氧化带发育的复杂化,进而不利于层间氧化带型砂岩铀矿的形成。特别是厚大铀矿体的产出,使得在016~024号线之间相对矿体规模较小,这种

特征阻碍了含氧含铀水的运移,不利于铀矿体的成矿。因此,砂体厚度的稳定性使含氧含铀水的补给通道畅通,有利于铀矿体的形成,反之则不利于铀矿体的形成。032~046 号线之间,相对其东、西地段,砂体厚度相对稳定,是中部砂体发育由厚变薄的渐变带,在该渐变带含氧含铀水源流经时,在由厚变薄的渐变地段,铀矿经过一系列化学物理反应被吸附而沉淀下来,进而有利于铀矿体的形成。046~070 号线间的南部砂体较薄,往北砂体变厚,再往

西北角砂体又变薄。在 062~070 号线之间的东部砂体较厚,东西向砂体呈现出西厚东薄的趋势,可以看出自 046 号线往西开始,砂体发育特征开始向矿区中部变薄,使得含氧含铀水的运移方向发生了改变,从由南至北渐渐过渡至由西至东。矿区的东北部为资料空白区。含氧含铀水由南向北流经处,砂体逐渐被氧化,氧化带前锋线在平面上展布呈相蛇曲状延伸,铀矿体大致沿氧化带前锋线两翼分布。

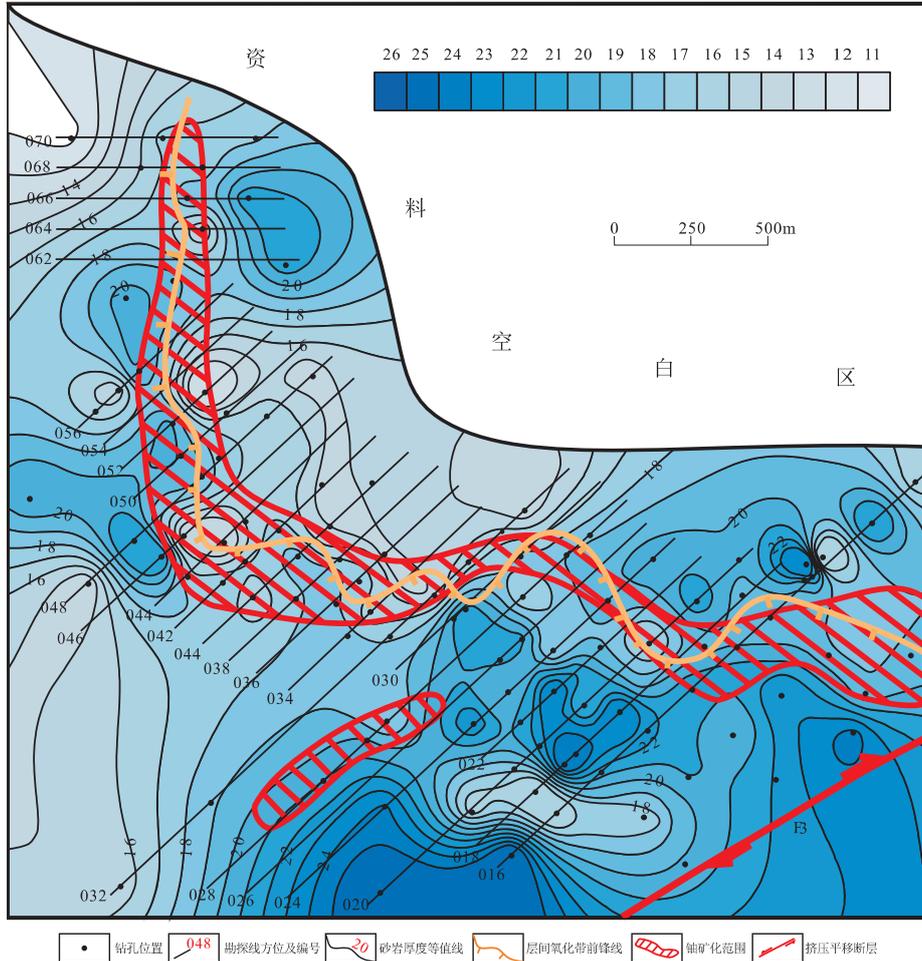


图 4 砂体空间展布与铀成矿关系示意图

Fig. 4 Schematic diagram showing the relationship between spatial distribution of sandstones and uranium mineralization

3 铀成矿分析

砂体的厚度及其空间展布的稳定性,影响了砂体渗透性能的均一性及层间水的水动力状况,从而影响铀成矿的规模。

研究区铀矿化主要赋存于西山窑组下段砂体中下部具有高渗透性能的含砾粗砂岩中。砂体含有较高的有机碳,有机物碎屑经成岩和后期改造作用成为良好的还原剂,保证了来自含氧水的活性铀

的沉淀、富集,为后期层间氧化带型铀矿的形成提供了条件^[15]。

铀矿体在剖面上由 1 层或 1~3 层单矿层组成,受层间氧化带控制,产状与砂体产状基本一致,矿体埋深变化主要在倾向上,沿地层倾向埋深逐渐加大^[16]。单层或多层矿层埋藏深度受地层倾斜、地形起伏控制。铀矿石赋存于胶结疏松、渗透性较好、厚度稳定、顶底板均有稳定隔水层的砂体中。少量矿化产在泥岩透镜体中,但其一般不连续且厚度较

小。矿体系属后生层间氧化成因,富集及产出部位严格受层间氧化带前锋线及其两侧控制。铀矿化的发生、发育与产出于层间氧化带前锋线及其两翼的外侧,即氧化-还原过渡带并随层间氧化带的向前推移,砂岩型铀矿体不断向前推移^[17]。各矿层由于所在砂体的厚度及其稳定性、渗透性、还原剂等的差异,发育程度不尽一致。大多数矿体均发育于渗透性良好,胶结疏松的中-粗砂岩、含砾粗砂岩中,粒度过粗过细都不利于铀矿的富集。

铀矿体主要赋存于砂体厚度由厚变薄的过渡地段(即砂体厚度14~20m的区间),这一厚度区间的砂体在空间展布上表现出一定的稳定性和均一性。砂体厚度的逐渐递减,影响到了砂体的渗透性和孔隙度的变化,即影响了层间承压水在渗透过程中的畅通性,以至于在砂体由厚变薄的过渡带,水流速减缓,铀不断沉淀下来,更有利于铀矿体的富集。砂体厚度的稳定性使含氧含铀水的补给通道畅通,有利于铀矿体的形成。而砂体迅速由厚变薄的地段,影响了层间承压水在渗透过程中的畅通性,从而造成水流方向的改变,造成层间水及其物质成分包括铀元素的重新分配,导致层间氧化带发育的复杂化,进而不利于层间氧化带型砂岩铀矿特别是厚大铀矿体的形成。含氧含铀水由南向北流经处,砂体逐渐被氧化,氧化带前锋线在平面上展布呈相蛇曲状延伸,铀矿体大致沿氧化带前锋线两翼分布。铀矿体空间展布总体上具有连续性和变化性的特点,正是砂体发育特征对铀成矿控制作用的具体体现。

4 结论

(1)伊犁盆地扎吉斯坦地区北段西山窑组下段砂体在全区分布较稳定且较厚,岩性以含砾粗砂岩为主,垂向粒序变化具有粗-细的正韵律特征。砂体横向上具有延伸性和连通性,砂体走向北东东向,倾向北东,向西北和北方向砂体逐渐变薄。砂体空间上具有连续性和变化性的特点,该区域砂体由东向西呈现出厚-薄-厚变化特征,整体来看由南向北砂体有减薄的趋势。

(2)铀矿石赋存于砂体厚度分布相对稳定、粒度较粗、孔隙度、渗透率较好、顶底板均有稳定隔水层的砂体中。铀矿化的发生、发育、产出于层间氧化带前锋线及其两翼的外侧,并随层间氧化带的向前推移。砂体构形变化的部位是成矿的有利部位,即砂体厚度由厚变薄的渐变过渡地段。

(3)砂体发育特征的不同,决定了它们具有不同的找矿潜力。砂体作为铀矿化的补给通道,当含氧含水沿着水力坡度差由高向底流时,至氧化-还原过渡带沉淀富集成矿;当砂体由厚变薄时,层间水流滞缓、氧化作用较强烈,更利于铀的迁移、富集及成矿。这一规律可为今后在伊犁盆地南缘砂岩型铀矿找矿和铀成矿条件分析提供重要的借鉴。

致谢:本研究得到核工业二一六大队一分队相关技术人员的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

- [1] 秦明宽. 新疆伊犁盆地南缘可地浸层间氧化带砂岩铀矿床成因及定位模式[D]. 核工业北京地质研究院, 1997.
- [2] 刘陶勇. 层间氧化带砂岩型铀矿床形成机制——以伊犁盆地南缘为例[J]. 新疆地质, 2004, 22(4):382-385.
- [3] 朱厦, 徐旺. 中国中生代沉积盆地[M]. 北京:石油工业出版社, 1993.
- [4] 王果. 新疆造山-造盆作用与砂岩型铀成矿[J]. 新疆地质, 2002, 6(2):110-113.
- [5] 张二朋. 西北区区域地层[M]. 北京:中国地质大学出版社, 1998.
- [6] 李彦龙. 伊犁盆地南缘侏罗系水西沟群特征及沉积环境分析[J]. 新疆地质, 1997, 15(1):42-50.
- [7] 殷建华, 陈奋雄. 新疆察布查尔县扎吉斯坦铀矿床第V旋回16-7号线地段勘探地质报告[R]. 核工业二一六大队, 2003.
- [8] 阿种明, 张新科. 新疆伊犁盆地达拉地铀矿床多层性成矿机理[J]. 新疆地质, 2003, 21(80):433-436.
- [9] 李胜祥, 韩效忠, 蔡煜琦, 等. 伊犁盆地南缘西段中下侏罗统水西沟群沉积体系及其对铀成矿的控制作用[J]. 中国地质, 2006, 33(3):582-589.
- [10] 华东石油学院岩矿教研室. 沉积岩石学[M]. 北京:石油工业出版社, 1985.
- [11] 刘家铎, 林双幸. 伊犁盆地南缘侏罗系沉积微相及铀矿控矿条件研究[J]. 矿物岩石, 2003, 23(1):30-36.
- [12] 陈景山, 徐怀大, 陆伟文. 沉积学原理[M]. 北京:科学出版社, 1987.
- [13] 纪友亮, 张世奇, 张宏, 等. 层序地层原理及层序成因机制模式[M]. 北京:石油工业出版社, 1996.
- [14] 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(6):6-13.
- [15] 陈戴生, 王瑞英, 李胜祥. 伊犁盆地层间氧化带砂岩型铀矿成矿模式[J]. 铀矿地质, 1997, 13(6):327-335.
- [16] 李细根. 伊犁盆地南缘乌库尔其矿区砂岩型铀矿化特征及控矿因素[J]. 铀矿地质, 2002, 18(1):28-35.
- [17] 李胜祥, 陈戴生, 王瑞英, 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):129-133.

Sandstone development and uranium mineralization in the lower member of the Xishanyao Formation , northern Zhajisitan , Yili Basin

DU Mo¹ , QIU Yu-bo^{1 2} , CHEN Wen-bin³ , ZHANG Zhan - feng¹ , LIU Jun-ping¹

(1. No. 216 Geological Party , CNNC , Urumqi 830011 , Xinjiang , China; 2. College of Applied Nuclear Technology and Automation Engineering , Chengdu University of Technology , Chengdu 610059 , Sichuan , China; 3. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources , Chengdu 610081 , Sichuan , China)

Abstract: In the light of a single-well section and a well-tie section and spatial distribution of the sandstones , the present paper focuses on the relationship between the sandstone development and uranium mineralization , and controls and effects of the sandstones on the uranium orebodies in the lower member of the Xishanyao Formation in the northern part of the Zhajisitan area , Yili Basin. The results of research in this study show that the uranium mineralization occurs in the areas with stable thickness , coarser grain sizes and well-developed porosity and permeability of the sandstones. The zones with variable sandstone configurations , i. e. , the transitional parts where the sandbodies are thinning out are believed to be the favourable zones for the uranium mineralization.

Key words: Yili Basin; lower member of the Xishanyao Formation; sandstone-type uranium deposit; uranium mineralization