

吐哈盆地西南缘 地浸砂岩型铀矿地质特征及找矿前景

周巧生 李占游

(核工业西北 203 研究所, 陕西 咸阳 712000)

摘要:通过对近几年来十红滩地区铀矿勘查资料及找矿成果的综合研究,系统阐述了吐哈盆地西南缘十红滩矿床的地质构造、含矿岩系沉积环境、砂体分布、层间氧化带发育特征等铀成矿条件,对矿区南、北矿带控矿层间氧化带分带性、矿体形态、规模、空间展布、铀存在形式、成矿年龄及铀成矿规律进行了详细研究。进一步总结了区域砂岩型铀成矿条件和找矿前景,指出吐哈盆地西南缘随着找矿工作进展可望成为大型地浸砂岩型铀资源基地,并对指导天山造山带及类似地区地浸砂岩型铀矿找矿具有重要意义。

关键词:吐哈盆地;层间氧化带;砂岩型铀矿;成矿条件;找矿前景

中图分类号:P619.14 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2003)02-0186-06

地浸砂岩型铀矿是世界各国最为重视的铀矿资源,因其具有良好的经济效益和利于环保,已成为当前和今后一段时期内保障铀资源需求的主要勘查和开采类型。20 世纪 90 年代中后期,我们开展了新疆吐哈盆地砂岩铀矿预测编图、遥感地质调查、成矿条件与找矿靶区研究等多层次的地浸砂岩型铀矿预测评价,提出吐哈盆地具备形成层间氧化带型砂岩铀矿的良好条件,选准盆地西南缘为找矿突破口,在国土资源大调查地质项目的资助下立项开始砂岩型铀矿勘查。通过短短几年的工作,基本落实了我国继伊犁盆地之后的又一个铀资源勘查基地。系统总结该区砂岩型铀成矿地质条件、控矿层间氧化带、矿体特征及铀成矿规律,对进一步认识吐哈盆地南缘砂岩型铀成矿前景,指导天山造山带及类似地区地浸砂岩型铀矿找矿都具有重要意义。

1 地质概况

吐哈盆地西南缘,构造上属天山褶皱带内的大型内陆山间盆地——吐哈盆地南缘西段的艾丁湖斜坡带^[1,2],东西长 120 km,南北宽 30 km(图 1)。

盆地直接基底为中石炭统迪坎儿组(C_2d),主要由灰绿色、黄绿色凝灰质砂岩、凝灰质砾岩、硬砂岩、凝灰质粉砂岩、砂质页岩及含海百合茎化石的薄层灰岩组成;此外,盆地蚀源区还有大面积分布的海西期花岗岩。

盆地盖层主要有侏罗系中下统水西沟群(J_{1-3sh})、古近系始新统一渐新统鄯善群(E_{2-3sh})和第四系,缺失上侏罗统和白垩系(图 2)。中下侏罗统水西沟群为一套河—湖—沼泽相含煤碎屑岩建造。

古近系为一套干旱气候环境下形成的冲洪积相红层,主要岩性为砖红色泥砂质砾岩、含砂砾质泥岩、粉砂岩,底部为砖红色、灰白色、土黄色钙质砾岩,局部夹石膏^[3]。第四系为风成灰黄色砂砾层。

盆内构造总体不发育,在西南部盆缘见到一条逆断层,大致呈东西向展布,南盘石炭系逆掩在侏罗系及古近系之上,并具多次活动特征,构造活动使得局部侏罗系和古近系岩层倾角急剧变陡,近断层处可达 84°。近几年钻探及 TEM 测深在工作区北侧发现一条北西向断裂,控制长度达 11.5 km,断层走向 310°,倾角较陡,属隐伏断裂,总体北东盘下降、南西盘上升,断距 150 m 左右。区内褶皱构造仅见十红滩小型背斜,核部地层为下侏罗统八道湾组,翼部为下侏罗统三工河组及中侏罗统西山窑组,轴向东北 12°,向北倾没。

2 含矿地层特征

中下侏罗统水西沟群是区内唯一的含矿岩系,在盆地南缘觉罗塔格山北麓山前地带断续出露,自下而上可分为下侏罗统八道湾组(J_{1b})、三工河组(J_{1s}),中侏罗统西山窑组(J_{2x}),

收稿日期:2001-12-25;改回日期:2002-12-23

基金项目:国土资源部地质大调查项目(200010100001)资助。

作者简介:周巧生,男,1941年生,高级工程师,从事铀矿地质工作。

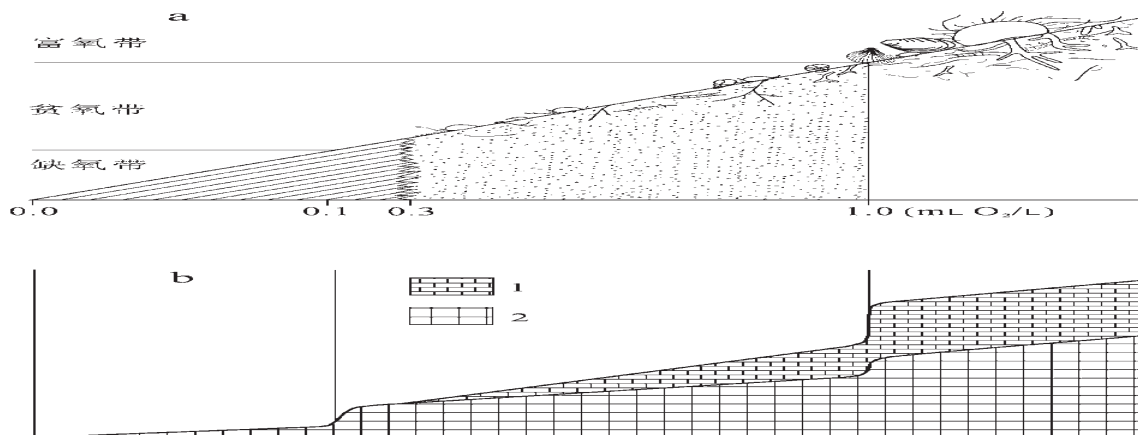
图1 吐哈盆地构造单元图^[4]

Fig. 1 Tectonic units of the Turpan-Hami basin

为一套温湿气候条件下形成的含煤碎屑岩建造^[5-9]。

2.1 八道湾组

该组不整合于石炭系之上,为一套河流—沼泽相含煤碎屑岩沉积,厚23~123 m。底部为灰白色底砾岩,中部为浅灰绿色、灰色中细粒砂岩与灰绿色、灰白色泥岩、粉砂质泥岩互层;顶部为第一煤层组(M_1),煤层厚8~14 m,属长焰煤,可作为八道湾组的标志层。

2.2 三工河组

上覆于八道湾组之上,为一套湖泊—沼泽相沉积,厚11~55 m,主要岩性为灰色泥岩夹菱铁矿薄层及煤线,含丰富的生物化石(如鱼、蚌、昆虫、叶肢介、新芦木等),局部地段夹有薄层三角洲砂岩。

2.3 西山窑组

据沉积物组合、地层结构及沉积岩相特征可进一步划分为下、中、上3个岩性段(图2)。

(1)西山窑组下段:与三工河组整合接触,为辫状河相含煤碎屑岩建造,厚度35~85 m。中下部以砾岩、砂质砾岩、含砾粗砂岩为主,向上逐渐过渡为中粒、中细粒砂岩,富含大量炭化植物碎屑及铁质结核,顶部为第二煤层组(M_2)。该段由砾岩—砂质砾岩—砂岩—泥岩及煤层组成良好的韵律层及较典型的二元结构,砂岩中发育各种交错层理及平行层理,下部旋回发育,上部旋回不发育,辫状河相沉积特征明显,为工作区内主要赋矿层位之一。煤层厚4~13 m,局部出现分叉现象,可作为该段的标志层。

(2)西山窑组中段:为河流三角洲相沉积,厚度0~210 m。下部和中部由泥岩、粉砂岩和砂岩组成倒韵律层,产昆虫化石,属三角洲沉积;上部为泥岩、粉砂岩和砂岩互层,顶部见多层薄煤层或煤线,组成第三煤层组(M_3)。该段亦发育多个赋矿层。

(3)西山窑组上段:为一套河流—沼泽相含煤碎屑岩建造,厚度0~315 m(未见顶)。下部为辫状河沉积的含砾粗砂

岩、砂质砾岩,局部夹薄层泥岩;中部为两层煤夹一层砂岩,组成第四煤层组(M_4),煤层厚4~32 m,可作为上段标志层;上部以厚层泥岩为主夹砂岩。该段中部及下部也是区内重要的赋矿层位。

2.4 含矿地层及砂体特征

(1)分布广泛,埋藏较浅(一般小于400 m),具良好的泥—砂—泥结构。(2)构造简单,地层产状稳定,总体为向北北东倾斜的单斜构造层,倾角小于 15° ,倾向上相变不大,延伸较稳定,仅十红滩背斜核部产状变化较大,最大倾角可达 39° ,含矿地层内部断裂构造不太发育,仅发育一条北西向断裂。(3)岩相特征明显,总体属河—湖相沉积,主含矿层为辫状河及三角洲砂体。(4)砂体发育,以辫状河砂体及三角洲砂体为主,富含有机质、炭化植物残体和黄铁矿等还原组分。辫状河砂体以砾岩、砂质砾岩及中粗粒砂岩为主,厚度10~50 m,结构疏松,渗透性良好,延伸稳定,是区内层间氧化带和铀矿化发育的主要部位;三角洲砂体一般厚度略小(5~15 m),粒度稍细,以中粒、中细粒砂岩为主,局部为粗砂岩和砾岩,延伸稳定性较差。(5)砂(砾)岩碎屑组分较复杂,主要成分有各种岩屑(花岗岩、中酸性—中基性火山岩、凝灰岩、板岩、泥岩等)、石英、长石、黑云母等,并含有较多煤屑、有机质、细粒浸染状黄铁矿等还原组分;以砂状结构及接触—孔隙式胶结为主,碎屑分选中等;后生蚀变作用明显,主要表现为赤铁矿化、褐铁矿化、高岭土化及碳酸盐化等。

3 层间氧化带特征

区内层间氧化带主要发育在中侏罗统西山窑组内。具有展布规模大、延伸长、产出层位及层数多、厚度大、前锋线形态复杂、环境标志明显等特点。到目前为止,八道湾组未发现大规模的层间氧化带;三工河组内也仅见到一层层间氧化带,厚度小于10 m,控制长度约5 km,倾向延伸有限,主要发育在细砂岩中,尚无铀矿化产出。

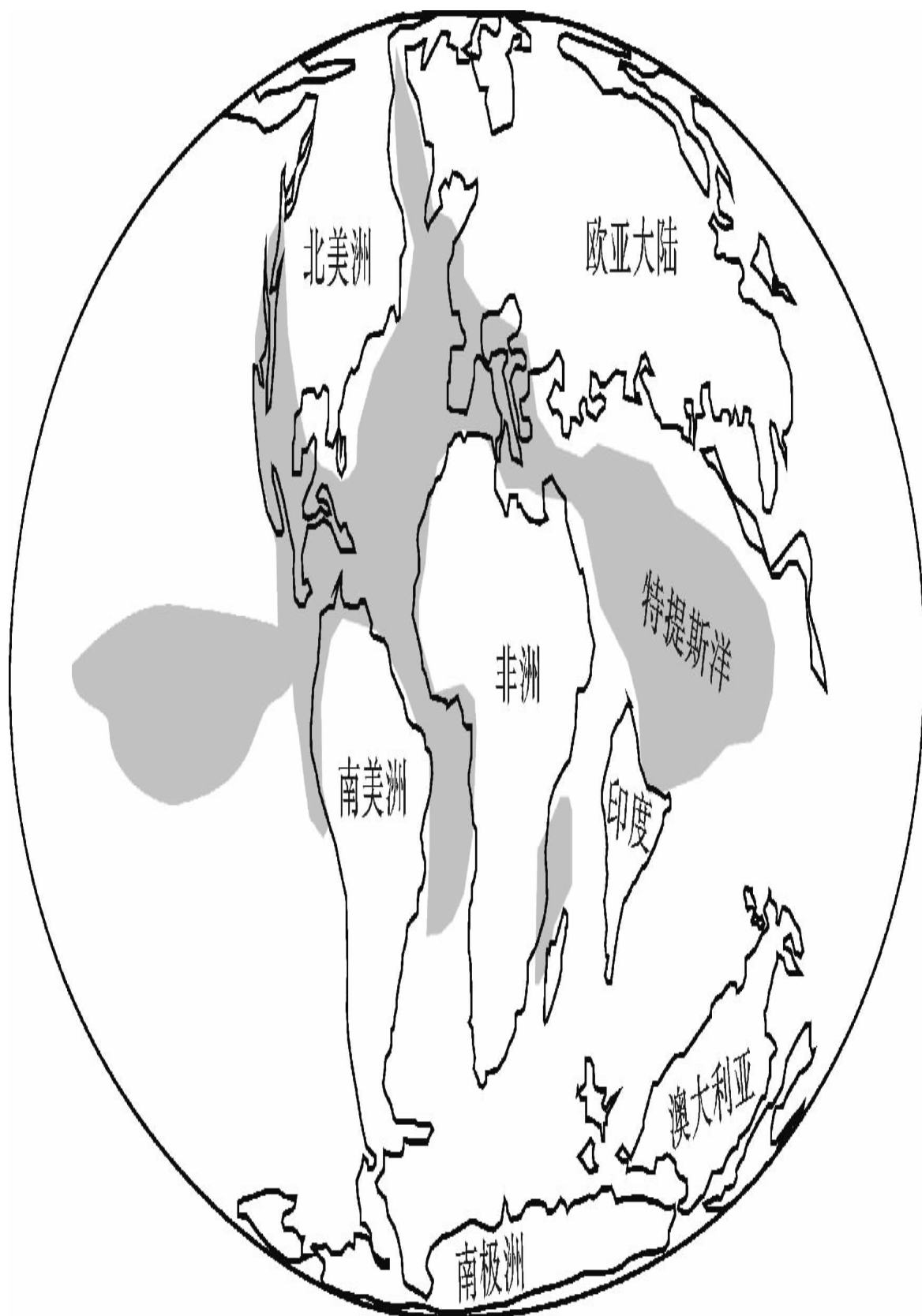


图 2 吐哈盆地西南缘地层综合柱状图

Fig. 2 Composite stratigraphic column of the southwestern margin of the Turpan-Hami basin

3.1 西山窑组层间氧化带特征(图2)

(1)西山窑组下段发育两层层间氧化带,控制长度大于6 km。前锋线距蚀源区3~6 km不等,平面上呈不规则的蛇曲状,埋深80~200 m,最大埋深270 m,厚度5~25 m,局部大于30 m,倾向延伸长度200~1 000 m。主要岩性为褐黄色砾岩及中粗粒砂岩,结构疏松,前锋线附近均有铀矿化产出,控制了十红滩地区南矿带铀矿化。

(2)西山窑组中段目前发现了5层层间氧化带,控制长度3.2 km,前锋线距盆缘5.5~7.5 km,呈东西向蛇曲状展布,埋深90~380 m,倾向延伸1~3 km,厚度5~15 m,少数可达30 m。目前已证实西山窑组中段2~3层层间氧化带是北矿带西段铀矿化的控矿层间氧化带。

(3)西山窑组上段发现3层层间氧化带,控制长度达11 km以上,向东、西仍有延伸;前锋线距盆缘5~8 km,平面形态呈北西向或近东西向的不规则带状,埋深200~350 m,单层厚度10~30 m,最大可达37 m,倾向延伸200~2 000 m,岩性特征与下段基本相同,在3层氧化带前锋线均发现较好的铀矿化,是北矿带东段铀矿体的主控层间氧化带。

3.2 层间氧化带分带性

区内控矿层间氧化带的分带性十分明显,根据矿物地球化学分带性研究,沿层间氧化带发育方向可分为完全氧化亚带、不完全氧化亚带、铀矿化带及未氧化无矿岩石带^①。

完全氧化亚带:宽几百米至数千米不等,砂岩、砂质砾岩呈紫红、玫瑰红、棕红、棕褐及褐黄色。黄铁矿被氧化为赤铁矿,炭化植物残体及有机质消失,发育高岭土化,铀发生明显的迁移。

不完全氧化亚带:宽100 m到数百米,砂岩、砂质砾岩呈黄褐、浅黄、灰褐色等,黄铁矿被氧化成褐铁矿,有时可见到氧化植物残片,有机质含量低,局部尚存残留铀矿体。

铀矿化带:宽100~200 m,最大宽度可达400 m以上,砂岩、砂质砾岩呈褐灰、灰白、灰色夹黄色斑点等,常见褐铁矿和黄铁矿共存,含丰富的炭化植物或有机质碎屑,是卷状铀矿体的主要赋存部位。

未氧化无矿岩石带:主要岩石呈灰色、灰绿色或灰黑色,黄铁矿、有机质未被氧化,铀含量达到正常背景值。

4 铀矿化特征及成矿规律

根据不同层位控矿层间氧化带的发育特征及空间展布规律,十红滩矿床砂岩型铀矿化目前可划分为南、北两个成矿带。

4.1 南部铀成矿带

主要分布在十红滩背斜的东、西两翼,铀矿化受西山窑组下段1~2层层间氧化带控制,两层层间氧化带前锋均有铀矿体产出,矿带长7~8 km,宽数百米,矿体埋深80~270 m。矿体形态在剖面上呈典型的卷状和板状(图3),平面上呈不规则的蛇曲状,基本与层间氧化带前锋线的展布一致。矿石以

疏松—次疏松灰色、深灰色砾岩、含砾中—粗粒砂岩为主,矿石中富含有机质和浸染状黄铁矿,富矿位于卷头部位,与黑色粉末状炭质及胶状黄铁矿关系密切。矿层厚度、品位及平米铀量变化较大,目前已控制一定的铀资源量。

4.2 北部铀成矿带

分布于矿区北侧,延伸长度十余千米,矿带大致呈北西西向带状展布,可分为东、西两段。

北矿带东段:铀矿化主要受西山窑组上段辫状河砂岩中的1~3层层间氧化带控制。矿带长度达5 km以上,宽度250~800 m,矿体埋深280~380 m。矿体形态在剖面上呈卷状,平面上呈近东西向的蛇曲带状,特征与南带基本相同。现已具有相当可观的铀资源量。

北矿带西段:铀矿化主要产在西山窑组中段三角洲砂体中,矿带规模相对较小,长度约3 km,宽度100~250 m,矿体埋深90~380 m,矿体形态在平面上呈不规则的带状,矿石以中—中细粒砂岩为主,结构疏松—次疏松,有机质和黄铁矿等还原介质含量较高。预测有较好的铀远景。

4.3 铀的存在形式

矿石中铀的存在形式有两种:吸附状态和铀矿物,两者各占50%。吸附状态铀主要与矿石中粘土矿物(粒间自生粘土、岩屑蚀变粘土)、粉末状黄铁矿、炭质物密切相关。铀矿物主要是沥青铀矿,少量铀石、含铀钛—铁氧化物。大部分矿石中Mo、Se、Re、Ga、Sc有明显的富集,特别是Re已达到综合利用指标^②,并与铀呈明显的正相关关系。

4.4 铀成矿年龄

14个矿石样品进行全岩Pb同位素测定,采用U—Pb等时年龄处理,获得了104 Ma、24(23)Ma、7 Ma 3组成矿年龄^③,它们分别代表了早白垩世晚期、渐新世末期、中新世晚期3个成矿期,表明本区铀成矿作用具有长期性和多阶段性。其中的24 Ma代表了本区主成矿期。

4.5 铀成矿规律

(1)矿化主要分布在盆地南缘,大体距盆缘3~8 km。(2)工业铀矿化均分布在中下侏罗统水西沟群上部的西山窑组内,且上、中、下3个岩性段都赋矿,矿化具有多层性。(3)铀矿化明显受沉积岩相控制,工业铀矿体主要产在辫状河相砂体和三角洲相砂体中。(4)工业铀矿化与层间氧化带关系密切,铀矿体均产在层间氧化带前锋线附近。(5)铀矿化均分布在地下水的径流区。(6)铀矿化成矿时代与赋矿层位存在很大时差,具有多次成矿特征,主成矿期为24 Ma,属外生后成层间氧化带型砂岩铀矿床。

5 区域铀成矿地质条件及成矿前景

5.1 铀成矿地质条件

构造条件:吐哈盆地南缘西段艾丁湖斜坡带,构造抬升幅度适中,中下侏罗统呈缓倾斜的单斜层,地层倾角<15°,构造环境对铀成矿十分有利。

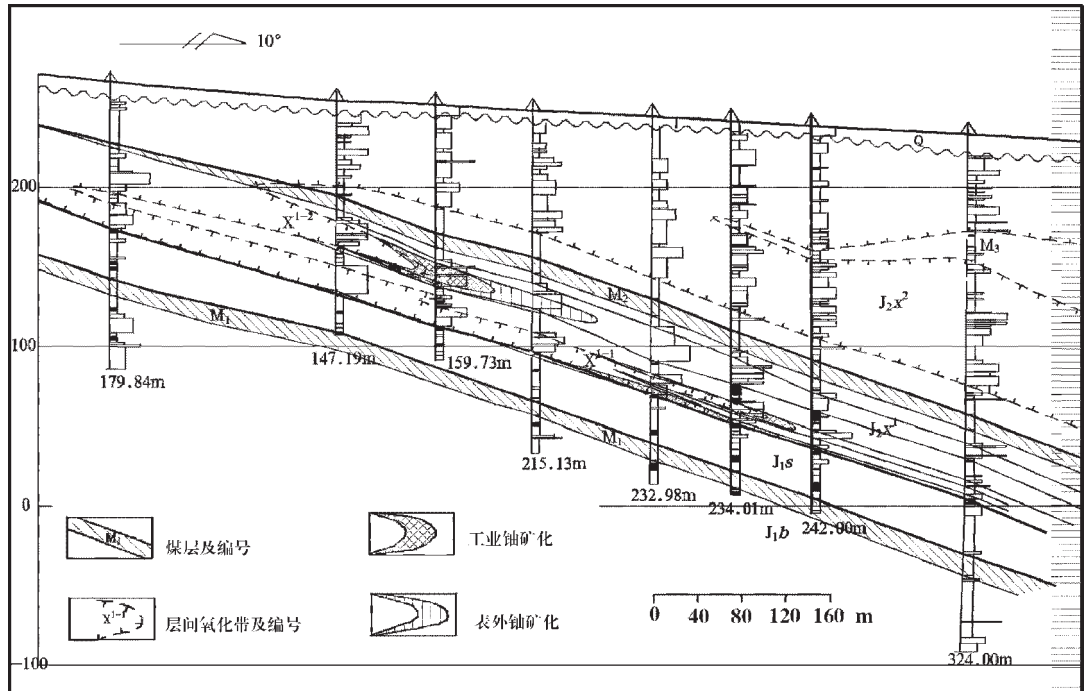


图 3 16号勘探线剖面图
Fig. 3 No.16 exploratory profile

铀源条件:南缘蚀源区主要由晚古生代火山岩、火山碎屑岩及海西期花岗岩组成,铀含量 $2.9 \times 10^{-6} \sim 5.9 \times 10^{-6}$;中下侏罗统地层铀含量普遍较高,平均达 7.34×10^{-6} ,铀源较丰富。

岩相岩性条件:主要含矿层中侏罗统西山窑组以辫状河相沉积为主,岩性为砂岩、砂质砾岩夹泥岩,砂体厚度大,结构疏松,成熟度低,富含有机质、炭屑及粉末状黄铁矿等还原介质,岩石渗透性较好,且上、下均有稳定的泥岩隔水层,剖面上形成完整的泥-砂-泥地层结构,为层间氧化带及铀矿化的形成提供了良好的建造及空间条件。

水文地质条件:由觉罗塔格山(蚀源区)—艾丁湖斜坡带—艾丁湖组成完整的地下水补—径—排水地质系统,且径流区含水层厚度大、承压水头高,为层间氧化带的发育及铀成矿提供了必要的地下水动力条件。

后生改造条件:本区在早中侏罗世沉积之后,受晚燕山运动的影响而整体抬升,含矿层发生缓倾斜并暴露于地表,长期遭受风化剥蚀;喜山运动进一步使中下侏罗统局部形成宽缓褶皱(十红滩背斜),地下水动力场发生改变;加之中侏罗世晚期至今,本区长期处于干旱—半干旱气候环境,这些都为层间氧化带及其铀矿化的形成提供了良好的条件。

5.2 铀成矿前景

上述铀成矿地质条件分析表明,吐哈盆地西南缘不论是

所处的构造位置、铀源条件、含矿层的岩相古地理环境、地层结构条件,还是地下水动力条件及后生改造条件等,对层间氧化带及其铀矿化的形成均非常有利。已经初步落实的南、北两条铀矿带控制了近万吨铀资源量,同时,在工作区东部开展的砂岩型铀矿资源评价业已证实,中下侏罗统中层间氧化带广泛发育,也存在工业铀矿化及高异常。无疑,随着进一步找矿工作投入,吐哈盆地西南缘将发展成为大型地浸砂岩铀矿资源基地。

参考文献(References):

[1] 沈守文,彭大钧,颜其彬,等.吐哈盆地侏罗系层序地层学研究[J].沉积学报,2001,29(2):263.
Shen Shouwen, Peng Dajun, Yan Qibin, et al. Study Acta on Jurassic sequence stratigraphy in Turpan-Hami basin [J]. ica Sedimentology Sinica, 2001, 29(2): 263 (in Chinese with English abstract).
[2] 纪友亮,冷胜荣,张立强,等.吐哈盆地侏罗系层序地层学及复杂储层研究[M].山东东营:石油大学出版社,1998.1~2.
Ji Youliang, Leng Shengrong, Zhang Liqiang, et al. Study on Jurassic Sequence Stratigraphy and Complex Reservoirs in Turpan-Hami basin [M]. Dongying Shandong: Petroleum University Publishing house, 1998. 1~2 (in Chinese).
[3] 蔡土赐,孙巧缙,缪长泉,等.新疆维吾尔自治区岩石地层[M].武

- 汉:中国地质大学出版社,1999.120~126.
- Cai Tuci, Sun Qiaoli, Miao Changquan, et al. Rock and Strata in the Xinjiang Uygur Autonomous Region[M]. Wuhan: China University Geosciences Publishing House, 1999. 120~126(in Chinese).
- [4] 陈刚, 刘林玉. 吐鲁番—哈密盆地丘陵地区油气储集层特征[J]. 西北地质, 1998, (4): 41~42.
- Chen gang, Liu Linyu. The feature of combination-gas reservoir in rolling country, Turpan-Hami basin [J]. Northwest geology, 1998, (4): 41~42(in Chinese with English abstract).
- [5] 张二朋, 顾其昌, 郑文林, 等. 西北区区域地层[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1998. 141~146.
- Zhang Erpeng, Gu Qichang, Zheng Wenlin, et al. Northwest regional Stratigraphy [M]. Wuhan: China Geology University Publishing House, 1998, 141~146(in Chinese).
- [6] 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993. 213~219.
- Xinjiang uygur Autonomous Region Bureau of Geology and Mineral Property, Regional Geology annal in Xinjiang Uygur Autonomous Regio[M]. Beijing: Geology Publishing House, 1993. 213~219 (in Chinese).
- [7] Максимова М Ф, Шмарников Е.М. Лластовоинфильтрационное рудообразование [M]. Атомиздат, Москва, 1993. 37~38.
- [8] 权志高, 李占双. 新疆十红滩砂岩型铀矿床基本特征及成因分析[J]. 地质评论, 2002, 48(4): 432~434.
- Quan Zhigao, Li Zhanshuang. Geological characteristics and genesis of the Shihongtan sandstone-type uranium deposit, Xinjiang [J]. Geological Review, 2002, 48(4): 432~434 (in Chinese with English abstract).
- [9] 向伟东. 吐哈盆地西南部层间氧化带型砂岩铀矿成矿条件与成矿规律[J]. 北京: 核工业北京地质研究院, 1998. 124~128.
- Xiang Weidong. The metallogenic condition and pattern of interstratified oxidation zone sandstone type uranium deposits in southwest of Turpan-Hami basin[D]. Beijing Research Institute of Uranium Geology of Nuclear Industry, Doctor's degree thesis, 1998, 124~128(in Chinese).

Geological characteristics and ore prospects of underground leaching sandstone-type uranium deposits on the southwestern margin of the Turpan-Hami basin

ZHOU Qiao-sheng, LI Zhan-you

(No. 203 Research Institute of Northwest Nuclear Industry, Xianyang 712000, Shaanxi, China)

Abstract: Through an integrated study of the data of uranium prospecting and exploration of the Shihongtan area in recent years, the paper systematically deals with the conditions of uranium deposit formation, such as the geological structure, depositional environment of ore-bearing rock series, distribution of sand bodies and development features of interlayer oxidation zones and also intensively studies the zoning of the ore-controlling interlayer oxidation zone, shapes, sizes and spatial distribution of orebodies, mode of occurrence of uranium, mineralization age and regularity of uranium mineralization. It further summarizes the regional formation conditions and ore prospects of sandstone-type uranium deposits. With progression of uranium prospecting, the southwestern margin of the Turpan-Hami basin is expected to become a large base of underground leaching sandstone-type uranium resources. This study has great significance for guiding prospecting for underground leaching sandstone-type uranium deposits in the Tianshan orogenic belt and similar areas.

Key words: Turpan-Hami basin; interlayer oxidation zone; sandstone-type uranium deposit; metallogenic condition; ore prospects