

文章编号:1004-4116(2022)01-0041-05

甘肃陇东地区国家湾砂岩型铀矿床 特征及控矿因素

张嘉冕¹,张玉龙²

(1. 西安培华学院,陕西 西安 710125;2. 甘肃省核工业地质局,甘肃 兰州 730050)

摘要:国家湾铀矿化主要赋存在马东山组河流相疏松砂岩中,铀矿体呈卷状、似层状产于氧化带前锋部位,属同生沉积初始富集进而后生改造为主的层控矿床,受控于氧化—还原过渡带,铀成矿主要遵循外生成矿机制。区域上下白垩统志丹群罗汉洞组与志丹群除底部具有较好找矿前景。

关键词:铀矿;特征;控矿因素分析;国家湾;甘肃陇东地区

中图分类号:P 619. 14

文献标志码:A

上世纪80年代末,甘肃省核地质队伍在鄂尔多斯盆地西南缘对中生代沉积岩层比较系统地开展了水化学、1:1万~1:20万伽玛普查和伽玛能谱测量,对发现的近200个放射性异常点进行了槽井探揭露,并对主要铀矿点(带)使用钻探进行验证。通过收集分析总结前人勘查资料,应用近年来地浸砂岩铀矿新理论,对国家湾铀矿特征和控矿因素有了进一步认识。同时,提出了鄂尔多斯盆地西南缘今后开展铀矿勘查方向。

1 区域地质概况

矿床处于华北地台鄂尔多斯盆地的西南缘鄂尔多斯台褶带。区内以八渡—虢镇断裂为界,西南部为祁连—北秦岭加里东褶皱带,东北部为华北地台。鄂尔多斯盆地西缘地层为上三叠统延长群、侏罗系、下白垩统六盘山群、新近系、第四系等。上三叠统属河湖相沉积的黄绿色砂岩、长石砂岩夹页岩,局部夹煤线;侏罗系为河流、湖沼相沉积含煤黑色页岩、砂岩、泥岩;下白垩统六盘山群为主要盖层,在六盘山断陷内广泛发育,以河流相沉积为主,是区内主要含铀建造。在鄂尔多斯盆地西缘下关、华亭、三角城等地已发现多个铀矿化层。

六盘山群(KL)是在地壳振荡过程中沉积的碎屑岩系,从下至上由粗变细,构成两个大的沉积旋

回。岩性特征随沉积环境而异,自下而上可分为三桥组(Ks)、和尚铺组(Khs)、李洼峡组(Klw)和马东山组(Kmd)等4个组,不整合于古生界或元古界及印支期花岗岩之上。各组岩性、岩相特征、铀矿化分布见表1。古近系为紫红色砾岩,新近系分布较广,主要为砖红色砂岩及泥岩,是一套干旱气候下的河流相—山麓相红色碎屑岩沉积。第四系为疏松的黄土层,底部有砾石层,厚度2~60m,在泾河中下游达150m左右。

盆地发展演化大致经历了3个阶段:前古生代盆地基底形成阶段,由元古界构成中生代盆地基底。晚石炭世属海陆过渡相,石炭纪末成陆,早二叠世开始拗陷,形成了陆相含煤碎屑岩沉积。中生代内陆盆地沉积阶段:中生代强烈拗陷,广泛沉积了三叠纪—早白垩世以河湖相为主的碎屑岩沉积。中晚三叠世在凹陷区沉积了一套河湖—河流相碎屑岩。早、中侏罗世沉积了湖沼相、河—湖相、山麓洪积相—河流相杂色碎屑岩沉积。晚侏罗世后期一度上升,此时鄂尔多斯盆地萎缩向西迁移。早白垩世沉积一套下粗上细的杂色碎屑岩建造。新生代断陷发展阶段:新近系由于造山运动的影响,形成具有陆内裂谷性质的六盘山新断陷,沉积了一套河流相—山麓相红色砾岩和粘土。第四纪大部分地区下沉,广泛沉积了河流相砾石。

收稿日期:2021-07-07

作者简介:张嘉冕(1990~),工程师,从事岩土工程勘察及教学工作。

表1 矿区岩性、岩相特征表

Table 1 Lithology of petrostratigraphic units in Guojiawan area

岩组	岩性	厚度(m)	沉积建造	沉积相	铀含量(10^{-6})	铀矿化
马东山组 (K _{md})	上部:紫褐色砂质泥岩夹砂岩或与砂岩互层,为主要含矿层	24 ~ 79	杂色砂岩和泥岩	河流相	4.6	矿体
	中部:厚层淡色含砾粗砂岩、粗砂岩夹紫红色泥岩	69 ~ 113				
	下部:紫色泥岩、砂质泥岩夹砂岩	34 ~ 79				
李洼峡组 (K _{lw})	上亚组:下部薄层黄色砂岩,上部灰色泥岩、页岩,产狼翅鱼化石	81 ~ 156	杂色砂泥岩	河湖相	5.0	矿点
	下亚组:厚层紫红色砂质泥岩、泥岩夹黄色中粗粒砂岩透镜体,为含矿层	20 ~ 45				
和尚铺组 (K _{hs})	厚层状灰绿色中细粒砂岩、粉砂岩夹绿色泥岩、页岩	28 ~ 56	杂色砂泥岩	河湖相	1.8	矿化点
三桥组(K _s)	紫色复成分砾岩,砾石成分主要为结晶灰岩、硅质灰岩、石英、燧石、少量花岗岩、变质岩	25 ~ 211	红色磨拉石	山麓洪积相	-	无矿化

注:据甘肃省核地质219大队化验室资料,1989

2 矿区地质

2.1 矿化地层

矿区主要出露的地层为马东山组和李洼峡组(图1)。

矿区地层基本上为北东倾向的单斜层,局部地层发生宽缓褶曲。李洼峡组下部为厚层状黄色砂岩,上部为灰色泥岩及蓝灰色页岩(含狼翅鱼化石),顶部为蓝灰色页岩,与上覆马东山组呈整合接触。马东山组由下而上可分为3个含矿(含水)岩组,其间为两个泥岩隔水层,形成了具有泥—砂—泥地层结构,

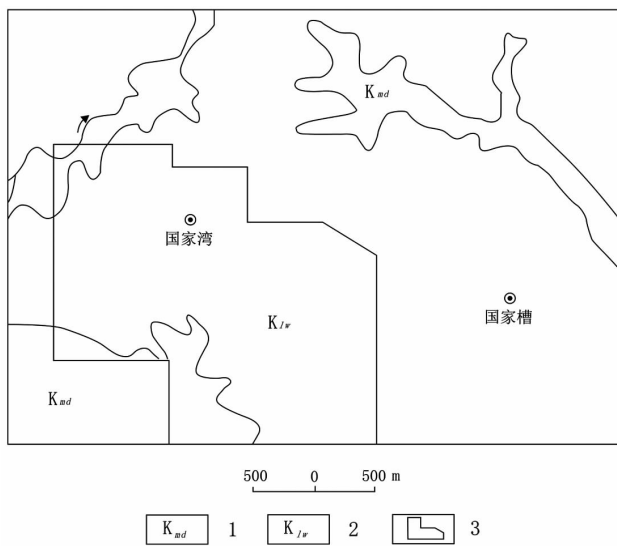


图1 国家湾矿区地质略图

Fig. 1 Geological sketch of Guojiawan area

1—马东山组;2—李洼峡组;3—矿区范围

经初步统计,砂泥比接近1。总的看来马东山组由下而上砂质和稳定矿物成分增加,在靠近盆地边部时,其下部岩层多为红色,近矿部位为灰绿色。厚度较为稳定,约200~240m。从整体上看,下白垩统为一宽缓的复式向斜。国家湾矿床及其外围武村铺矿点位于向斜南翼,南翼地层倾角一般 $8^{\circ} \sim 12^{\circ}$,最大倾角 35° ,构成明显的汇水洼地。矿床内断裂不发育。

2.2 矿体特征

矿区内马东山组有3个含矿层(图2),由下而上:含矿长石石英砂岩中砾状砂岩由多到少,砾石成分由复杂(石英、硅质灰岩、花岗岩及少量基性岩)到简单(石英、硅质灰岩);细砂岩由少到多,泥质岩夹层增多。颜色由红变暗,而每个含矿岩系内灰紫—灰绿色交替变化。

含矿层中砂体厚度一般为2~3m,最厚5m,其中冲刷面发育。沉积环境为半干旱气候条件下的河流相沉积。含矿岩石主要为灰色、灰绿色细粒—中细粒疏松长石石英砂岩,岩石氧化蚀变后呈黄色、灰黄色,局部褐红色。长石及少量岩浆岩碎屑部分或全部水云母化,黑云母绿泥石化,含有较多星散状有机质和黄铁矿。胶结物以泥质为主,其次为钙质,局部有铁质,多呈棱角—次棱角状,砂岩成熟度低。含矿长石石英砂岩上下盘常有0.5~1m厚的暗灰、灰绿色、杂色泥岩或砂质泥岩。

矿区所在盆地周缘均为高山环绕,形成一典型自流水盆地。地下水埋深一般较浅,位于当地侵蚀基准面以上,局部埋深较大,可达60m左右。地下水主要由西南隆起区补给,流向NE、NEE,排泄区位于盆

时 代		柱 状 图	厚度 (m)	主 要 岩 性	沉积相		
层(组)	代号						
下 白 垩 统 马 东 山 组	Kmd ²⁻³	[柱状图: 虚线、点线、短横线]	60 ~ 70	红色细砂岩、砂质泥岩互层、为相对隔水层	河 流 相		
		Kmd ⁴	[柱状图: 点线、短横线、点线、短横线、点线、短横线、点线、短横线]	30 ~ 60		顶部含矿含水层, 岩性为灰紫、灰绿色疏松的细粒、中粗、粗粒长石石英砂岩, 泥质胶结, 夹蓝灰及紫红色泥岩及砂质泥岩薄层。已发现两矿层, 相距13m	
	[柱状图: 短横线、短横线、短横线]		20 ~ 40	为不透水层、由灰紫、蓝灰色细砂岩、砂质泥岩、泥岩组成。砂岩多为钙质胶结致密			
	[柱状图: 点线、短横线、点线、短横线、点线、短横线]		20 ~ 50	中部含矿含水层, 岩性为灰紫、灰色、黄褐色疏松中粗粒, 粗粒长石石英砂岩, 泥质胶结为主, 泥质成份减少			
	[柱状图: 短横线、短横线、短横线]		2 ~ 20	不透水层、以灰白色钙质细砂岩、灰色泥岩为主			
	[柱状图: 点线、短横线、点线、短横线、点线、短横线]		20 ~ 40	下部含矿含水层, 以灰紫色、灰黄色、黄褐色疏松砂岩为主、夹薄层泥岩			
	Kmd ⁵		[柱状图: 短横线、短横线、短横线]	>30		下部蓝灰色泥岩, 砂、泥岩夹砂岩透镜体, 上部为紫红色砂、泥岩互层	湖 相

图 2 马东山组含矿岩系柱状图

Fig. 2 Geological column of ore-bearing bed of Madongshan Formation

地东南部的马栏地区。由于矿区处于一轴向 SE 的向斜构造区, 区域上正好形成一汇水区, 矿床处在向斜南翼地层产状发生变化的汇水洼地。由此可见, 矿床是处在水动力条件变化的有利区, 而影响水动力条件的主要因素是褶皱构造和岩层产状的变化。矿区地下水流向为 NE 向和 SW 向。

矿床由西矿段和东矿段组成, 面积约 4.5 km²。铀矿化赋存于马东山组河流相长石石英砂岩中, 从剖面上看, 3 个含矿层虽都有矿化, 但以上部 I、II 含矿岩组的矿化最佳, 矿体产于氧化带前锋部位。矿体长一般在 100 ~ 200 m, 最长 400 m, 厚度一般 < 2 m, 最大矿体长度 400 m, 厚度 1.16 m, 矿体品位 0.046%。矿体形态呈卷状、似层状(图 3), 埋深在 50 ~ 200 m。除第 I 含矿层位于侵蚀基准面以上外, 其他皆位于侵蚀基准面以下。

矿石类型属低碳酸盐类型的砂岩矿石。铀存在形式有铀矿物和分散吸附状两种。地表及氧化带中见有铀矿物, 主要为沥青铀矿, 赋存在氧化铁、氢氧

化铁及粘土胶结物中, 多呈微细点状, 粒径 0.009 mm。次生铀矿物有铜铀云母、钾钒铀矿、硅钙铀矿、

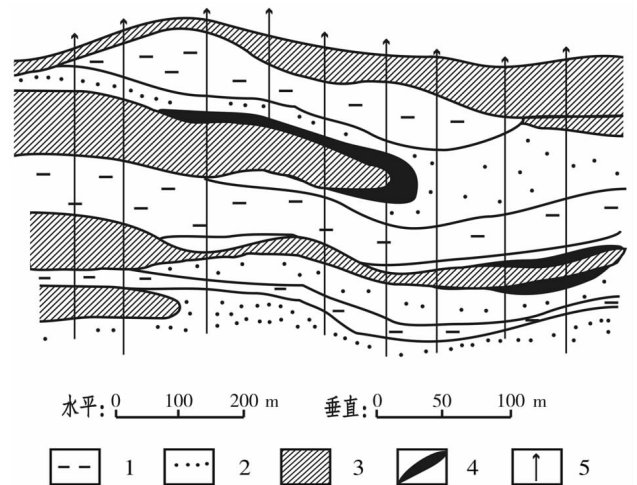


图 3 国家湾矿床圈状铀矿体剖面图

Fig. 3 Profile of circular uranium orebody

1—泥岩; 2—砂岩; 3—氧化带; 4—矿体; 5—钻孔位置

表2 矿石加工水冶试验结果表

Table 2 Hydrometallurgical processing test for uranium ore sample

试验时间	取样位置	矿石样平均品位 (%)	浸出方法	浸出试剂	碳酸钠消耗量 (%)	铀浸出率 (%)
1960	平巷	> 0.03		Na_2CO_3	5 ~ 7	85 ~ 96
1961	平巷	0.117	渗滤法	Na_2CO_3	10 ~ 12	83 ~ 92
		0.276				

注:据中南309队实验室1961年水冶试验数据

水硫铀矿、水镁铀矿等。分散吸附状态的铀呈细分散状分布在方解石颗粒边缘与粒间或被粘土、粘土夹层当中的炭质、有机质所吸附。矿石中V、Co含量较高。采用碱法水冶试验,浸出试剂为碳酸钠,以渗滤法浸出,其结果如表2。

3 矿床成因及控矿因素

3.1 控矿因素分析

(1)矿化受层位控制:铀矿化全部产于马东山组岩层中,含矿层的顶底板都是发育比较稳定的泥岩层(图4)。

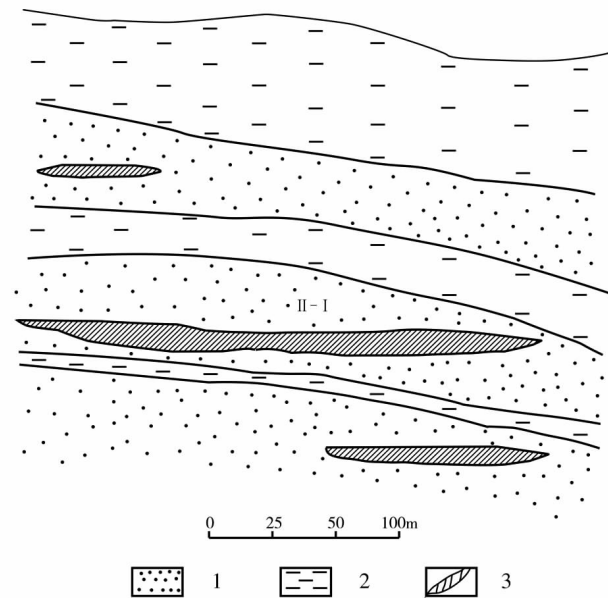


图4 国家湾矿床层状铀矿体剖面示意图

Fig. 4 Profile of stratiform uranium orebody

1—砂岩;2—泥岩;3—铀矿体

(2)矿化受构造控制:铀矿化主要分布在向斜南翼,其北翼和核部都未见到矿化。

(3)矿化受岩性控制:矿化岩石从含砾到粗、中、细粒砂岩均有,但以中细粒砂岩居多,矿体多位于水动力条件较弱的边滩沉积的中部或中上部。

(4)矿化受岩石后生变化控制,沥青铀矿—水沥

青铀矿被包裹在碳酸盐中。砂岩的碳酸盐、粘土等胶结处以及黄铁矿出现处为铀矿化富集位置。

3.2 矿床成因分析

国家湾矿床的矿体分布在层间氧化带的舌状氧化体前缘,并形成卷状矿体或层状矿体。其形态和产出位置表明为后生富集成矿为主,属层间氧化带型成因的砂岩矿床。矿床主要受马东山组的3个含矿(含水)岩组中的河流相杂色砂岩、泥岩组合控制,在水动力条件上受汇水盆地控制,并受层间氧化带控矿,矿体主要分布于层间氧化带的氧化砂岩与未氧化砂岩的过渡部位。

4 成矿远景

国家湾矿床的铀源主要来自陇山山地含铀变质岩系及距矿区6~9 km的印支期含铀花岗岩,即提供物源区也是盆地的铀源区。矿床位于缓倾向斜的南翼,地层产状平缓,有利于地下水缓慢渗滤,形成层间氧化带和铀的后生富集。下白垩统六盘山群为区域性含铀建造,除底部砾岩层,其它各岩组均为含铀层位,且已发现大量铀矿化点。含矿层位为砂泥岩互层,铀矿化分布于上下泥岩所夹的砂岩层中,矿化岩性为富含有机质、透水性较好、结构疏松的中—细粒长石石英砂岩,岩石碎屑物分选性中等,泥质或钙—泥质混合胶结,其砂岩层不含或少含泥质岩夹层时利于铀矿化的形成。

区内六盘山群后生氧化作用发育,表现在砂岩次生色调的出现。有机质、黄铁矿(粒状)、粘土矿物等氧化形成舌状氧化体。国家湾矿床的矿体分布在氧化砂岩与未氧化砂岩的过渡部位,即舌状氧化体前缘,并形成卷状矿体或层状矿体。

区内铀矿体均赋存在河流相疏松砂岩中,含矿含水层顶、底板均为较稳定泥岩层,为层间承压水,含矿层岩石透水性好,渗透系数为0.5~5m/d,为可地浸砂岩。主要矿体均在潜水面以下,矿体最大埋深不超过300 m,适合地浸开采条件。

国家湾矿床外围乃至区域上下白垩统六盘山群和志丹群含铀建造及其矿化点(带),均具有相同或相类似沉积岩相和成矿地质条件,如:国家湾矿区以东和以北外围地段(下关盆地北翼、南翼东南部);华亭拗陷盆地及其以北部 900 km² 区域,该范围内六盘山群中上段砂泥岩互层、铀成矿条件与下关盆地类似。在鄂尔多斯盆地西部的下白垩统志丹群罗汉洞组与盆地西缘六盘山群马东山组沉积环境相似,砂岩与泥岩互层,岩石结构疏松,为含水岩系。在泾川一带,已发现有较好的铀矿化显示。成矿前景比较有利的区域包括泾川、镇源和环县以南,大体呈南北向展布,主攻方向系六盘山群含铀建造中除底部三桥组外其余各沉积岩组。

5 结论

国家湾铀矿赋存马东山组河流相疏松砂岩中,含矿层的顶底板都是发育比较稳定的泥岩层,矿体形态呈卷状、似层状产于氧化带前锋部位,主要受控

于层间氧化带的氧化砂岩与未氧化砂岩的过渡部位。该矿床外围乃至区域上下白垩统六盘山群和志丹群除底部三桥组外其余含铀建造具有较好找矿前景。

参 考 文 献

- [1] 李盛富. 流水地貌与铀矿床的关系[J]. 中国铀矿地质, 2003, 19(4): 23-236
- [2] 张玉龙. 甘肃省中川铀矿成矿条件及远景分析[J]. 甘肃地质, 2008, 17(02): 61-66
- [3] 张玉龙, 董光国. 柴达木盆地砂岩型铀矿成矿条件及找矿前景[J]. 甘肃地质, 2007, 16(03): 56-60
- [4] 张玉龙, 董光国, 任四清, 等. 甘肃南部地质演化及含铀层岩相古地理[J]. 甘肃地质, 2009, 18(04): 50-55
- [5] 刘正义, 李西得, 赵兴齐, 等. 鄂尔多斯盆地皂火壕—纳岭沟地区铀矿含矿砂体矿物特征与成矿机理探讨[J]. 西北地质, 2017, 50(2): 191-205
- [6] 郭虎, 陈路路, 汤超, 等. 鄂尔多斯盆地黄陵地区直罗组含铀矿物与铀富集关系的新认识[J]. 中国地质, 2019, 46(1)2009, 18(04): 50-55
- [7] 张玉龙, 辛存林. 甘肃省东部中川岩体内外带铀金成矿规律及其找矿判据[J]. 兰州大学学报, 2007, 43(6): 7-13

CHARACTERISTICS AND ORE-CONTROLLING FACTORS OF GUOJIWAN SANDSTONE TYPE URANIUM DEPOSIT IN EAST REGION OF GANSU PROVINCE

ZHANG Jia-mian¹, ZHANG Yu-long²

(1. Xi'an Peihua University, Xi'an 710125, China;

2. Gansu Provincial Bureau of Geology for Nuclear Industry, Lanzhou 730000, China)

Abstract: The uranium mineralization in Guojiawan Bay mainly occurs in fluvial unconsolidated sandstone of Madushan Mountain Formation, and the uranium ore body is in the front of the oxidation zone in a rolled-like layer-like manner. It is a stratified deposit dominated by syngenetic deposition and initial enrichment followed by epigenetic transformation. It is controlled by the REDOX transition zone, and the uranium mineralization mainly follows the exogenetic metallogenic mechanism. The upper and lower Cretaceous East region of Gansu Province Formation of Zhidan Group and the bottom of Zhidan Group in the region have good prospecting prospects.

Key words: uranium deposit; characteristic; analysis of ore-controlling factors; Guojiawan; Gansu Province