



引文格式: 王强强, 王元元, 鲁克改, 等. 库车坳陷日达里克地区铀成矿控矿要素与成因分析[J]. 西北地质, 2024, 57(5): 120–129. DOI: 10.12401/j.nwg.2023195

Citation: WANG Qiangqiang, WANG Yuanyuan, LU Kegai, et al. Analysis on the Ore-controlling Factors and Genesis of Uranium Mineralization in the Ridalik Area of the Kuqa Depression[J]. Northwestern Geology, 2024, 57(5): 120–129. DOI: 10.12401/j.nwg.2023195

库车坳陷日达里克地区铀成矿控矿要素与成因分析

王强强, 王元元, 鲁克改, 李书海, 王守玉,
吕俊维, 善曹特, 陈瑞, 李秋实, 黄建乐

(核工业二一六大队, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 塔里木盆地日达里克地区上新统库车组存在较大的砂岩型铀矿成矿潜力。笔者按照水成铀矿基本理论, 充分运用和研究野外地质调查、钻孔资料和微观地球化学等第一手资料, 系统总结了区内基本地质条件和铀矿化特征, 重点分析了与铀成矿相关的岩性岩相、构造、还原介质以及层间氧化带含矿性等控矿要素, 并对铀矿成因和成矿类型进行尝试性探讨, 初步分析认为日达里克地区上新统库车组铀矿化与层间氧化带密切相关。

关键词: 砂岩型铀矿; 控矿要素; 成因分析; 日达里克地区

中图分类号: P619.14

文献标志码: A

文章编号: 1009-6248(2024)05-0120-10

Analysis on the Ore-controlling Factors and Genesis of Uranium Mineralization in the Ridalik Area of the Kuqa Depression

WANG Qiangqiang, WANG Yuanyuan, LU Kegai, LI Shuhai, WANG Shouyu,
Lǚ Junwei, SHAN Caote, CHEN Rui, LI Qiushi, HUANG Jianle

(216 Nuclear Industry Brigade, Urumqi 830011, Xinjiang, China)

Abstract: The Pliocene Kuqa Formation in Ridalik area of Tarim Basin has a great potential for sandstone type uranium mineralization. According to the basic theory of hydrogenic uranium deposits, this paper makes full use of and studies the first-hand data such as field geological survey, borehole data and micro-geochemistry, systematically summarizes the basic geological conditions and characteristics of uranium mineralization in the area, focuses on the analysis of the ore-control factors related to uranium mineralization, such as lithology, lithofacies, structure, reducing medium and interlayer oxidation zone ore-bearing property, and makes a tentative discussion on the genesis and mineralization type of uranium deposits. The preliminary analysis shows that the uranium mineralization of the Pliocene Kuqa Formation is closely related to the interlayer oxidation zone.

Keywords: sandstone type uranium deposit; ore-controlling elements; cause analysis; Kuqa depression Ridalik

收稿日期: 2022-09-04; 修回日期: 2023-07-06; 责任编辑: 贾晓丹

基金项目: 中国核工业地质局地勘费项目“新疆塔里木盆地乌恰-尉犁地区铀矿资源调查评价与勘查”(202207)资助。

作者简介: 王强强(1987-), 男, 高级工程师, 从事铀矿地质调查工作。E-mail: 734995876@qq.com。

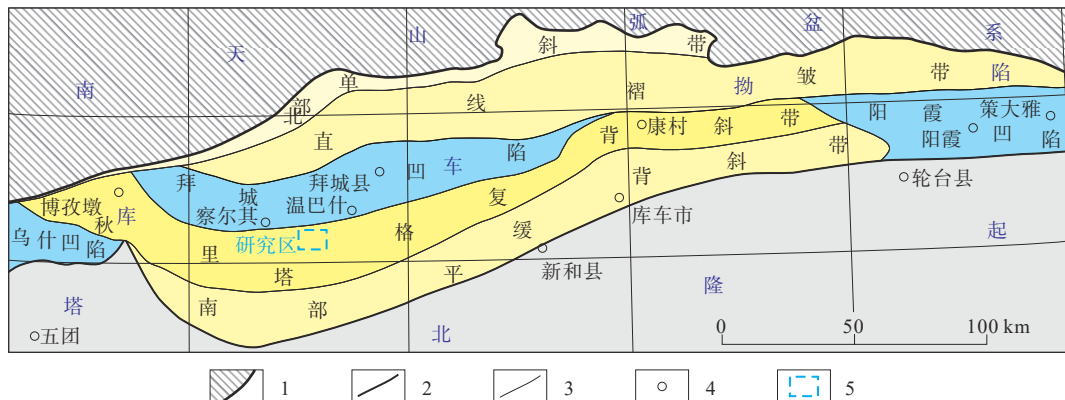
塔里木盆地库车坳陷日达里克地区铀矿化发现于20世纪50年代,前人在区内发现了数个铀工业矿孔,估算了铀资源量,提交了小型铀矿床,60年代后新疆铀矿地质队伍撤回内地,区内铀矿找矿一直处于停滞状态。进入20世纪90年代水成铀矿理论在新疆取得重大突破,提交了一系列大型铀矿床,并提出了“六位一体”的控矿因素和找矿模式(李胜祥等,1996;陈戴生等,1996;古抗衡,1997;陈肇博等,2002)。正是在这种找矿理论的指导下,区内找矿取得了新进展,在多个层位取得了新突破,为在本地区进一步找矿和研究提供了可能。由于区内新一轮铀成找矿刚刚起步,学者关注度不高(阿种明等,2008;刘刚等,2010),研究也不甚深入,特别是成因分析不足,成矿类型时有争论,为了能够更好的指导找矿,笔者在现有资料基础上,对照水成铀矿理论最新成果,总结了区内铀成矿基本特征和成矿规律,对关键控矿要素和铀成矿成因进行分析,试图初步确定成矿类型,以期对后续铀矿勘查工作起到一定指导意义。

1 地质背景

库车坳陷位于南天山造山带与塔北隆起之间,是一个以中、新生代陆相沉积为主的前陆盆地(刘志宏等,2000),西起温宿,东至库尔楚,长约450 km,南北宽约

20~60 km,面积约16 000 km²,属于中型盆地(面积大于10 000 km²)。库车坳陷从南天山向前陆方向,依次为北部单斜带、直线褶皱带、拜城凹陷、秋里塔格复背斜带、南部平缓褶皱带等二级构造单元(贾承造等,2002;汤良杰等,2008;谢会文等,2012)。秋里塔格复背斜带东西延伸320 km,以库车为界,将秋里塔格复背斜带分为西秋里塔格复背斜带和东秋里塔格复背斜带,日达里克地区处于西秋里塔格复背斜带(图1)。

库车坳陷是在塔里木地块北缘古生代褶皱带的基础上发展起来的中、新生代盆地,经历了晚二叠世—三叠纪的前陆盆地、侏罗纪—古近纪的伸展坳陷盆地和新近纪—第四纪陆内前陆盆地的演化(何登发等,2009)。盆地基底为晚二叠世之前形成了褶皱基底,在褶皱基底之下发育有前寒武系结晶基底,结晶基底见于吐格爾明背斜核部,岩性为元古代云母石英片岩。库车坳陷的沉积盖层为上二叠统—第四系。铀矿找矿目标层位主要为上统库车组(N₂k),分布广泛,具有三分特征(王元元等,2021),其下段(N₂k^a)为重要铀赋矿层位,自山前向盆地可划分为冲积扇砾质沉积、辫状河砂泥不等厚互层沉积、泥质湖相泥包砂沉积,并分布交互的(扇)辫状河三角洲沉积,横向、垂向上岩性组合具有明显差异。下段在日达里克地区为河湖交互的砂泥不等厚互层沉积,具明显的砂泥韵律,自下而上可划分为I~IX等9个旋回。



1.盆地边界及蚀源区; 2.盆地一级构造界线; 3.盆地二级构造界线; 4.地名; 5.研究区

图1 库车坳陷构造单元划分简图

Fig. 1 Division of structural units in Kuqa Depression

2 铀成矿特征

2.1 矿化层位及规模

日达里克地区库车组下段I~IX旋回中有12

层砂体揭露到工业铀矿或铀矿化(图2)。IV、V、VII、VIII旋回矿化最好,共见7层工业铀矿,其中VII旋回有4层工业铀矿,IV、V、VIII旋回各有1层工业铀矿;II、III、VI旋回见5层铀矿化。矿体类型包括由卷头和翼部矿体。IV旋回工业矿带见于中矿带、

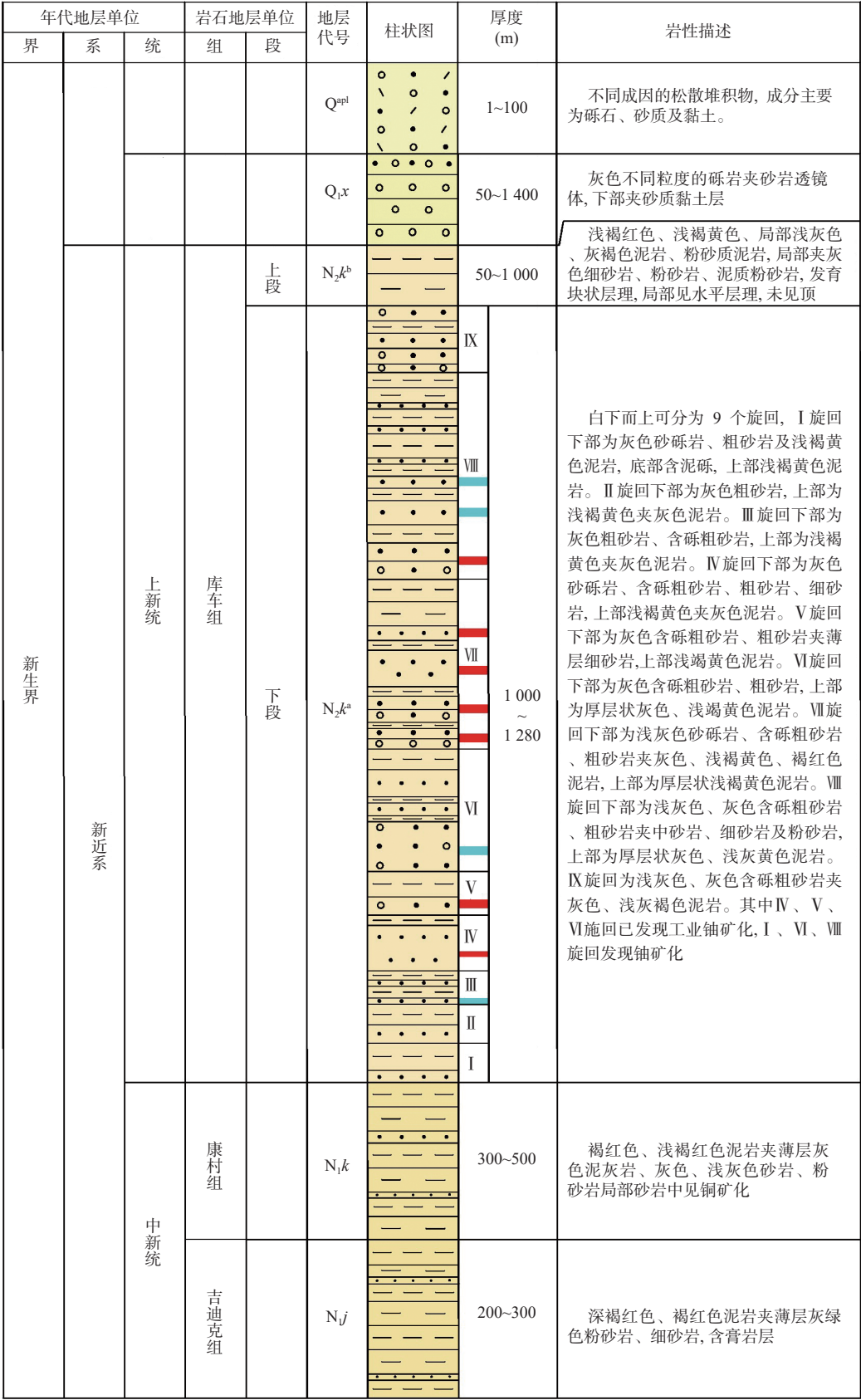
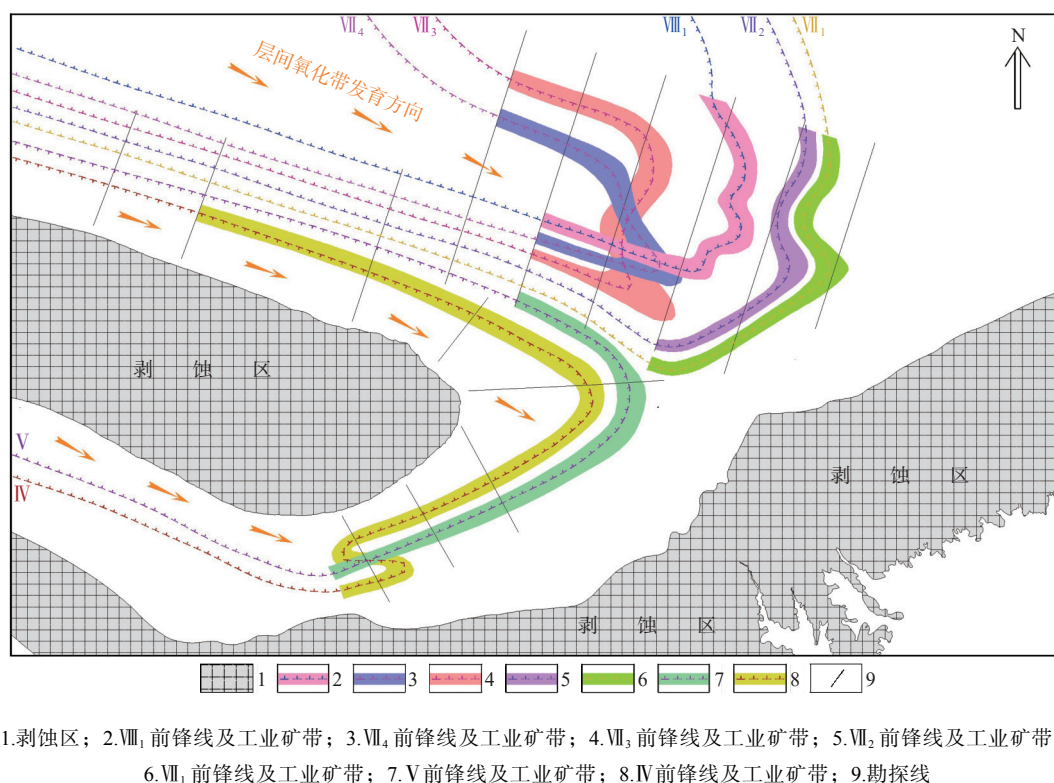


图2 日达里克地区地层综合柱状图
Fig. 2 Comprehensive stratigraphic histogram of Ridarik area

南矿带,矿带由6个工业孔和14个矿化孔组成,在中矿带呈SE向展布、在南矿带呈NEE向展布,矿带断续总长度大于5 km,单矿体长为160~800 m,宽为100~200 m。V旋回工业矿带主要见于日达里克南矿带,呈NEE向展布,矿带由3个工业孔和7个矿化孔组成,矿带总长度约3 km,单矿体长约为1 000 m,

宽约为100~200 m。VII、VIII旋回工业矿带分布日达里克东矿带,矿带由10个工业孔和23个矿化孔组成,呈不规则蛇曲状延伸,地表延伸长度大于5 km,自东而西依次产出VII₁、VII₂、VII₃、VII₄及VIII₁工业矿带,单矿体长约为350~900 m,宽约为100~200 m (图3)。



1.剥蚀区; 2.VII₁ 前锋线及工业矿带; 3.VII₄ 前锋线及工业矿带; 4.VII₃ 前锋线及工业矿带; 5.VII₂ 前锋线及工业矿带; 6.VII₁ 前锋线及工业矿带; 7.V 前锋线及工业矿带; 8.IV 前锋线及工业矿带; 9.勘探线

图3 日达里克地区工业矿带分布简图

Fig. 3 Distribution diagram of industrial ore belt in Ridalik area

2.2 含矿主岩特征

日达里克地区含矿主岩由岩屑、石英、长石及少量附属矿物组成,3种主成分含量变化大,一个样品往往三者共存,属于复矿成分砂岩。石英包括单晶石英和多晶石英;长石包括钾长石和斜长石;岩屑主要为沉积岩屑、变质岩屑和岩浆岩屑,沉积岩屑有泥质岩、硅质岩、碳酸盐岩、在旋回砂岩,变质岩屑有千枚岩、板岩、石英岩、石英片岩,岩浆岩屑有火山岩(安山岩)、凝灰岩及花岗岩。库车组下段以岩屑砂岩、长石岩屑砂岩为主,反映了沉积速率较高,沉积物快速堆积的结果,物源主要来源于再旋回造山带物源区和深切割岛弧蚀源区(图4),南天山造山带属于库车坳陷库车组的主要物源区(庄红红等,2015)。库车组下段自下而上,长石和岩浆岩岩屑含量增加,说明南天山造山带隆升速度加快,剥蚀构造层次的加深,出露一些含长石深构造层次物质有关。

含矿主岩中SiO₂平均含量最高为52.52%,次为CaO平均含量为13.96%,Al₂O₃平均含量为7.98%,MgO平均含量为3.85%,K₂O平均含量为2.09%,FeO平均含量为1.58%,Fe₂O₃平均含量为0.91%,Na₂O平均含量为1.83%,TiO₂平均含量为0.29%。对比发现,在VII旋回各亚旋回中,CaO、MgO含量在VII₄、VII₁亚旋回中相对VII₃、VII₂较高,而K₂O、Al₂O₃含量则恰好相反。各旋回对比发现,上新统库车组下段自下而上SiO₂、Al₂O₃、K₂O、Na₂O含量整体具逐渐增加趋势,CaO、MgO含量整体具逐渐减少趋势。在区域性构造作用下,物源区浅部沉积物抬升剥蚀减少,深部酸性岩浆岩逐渐剥蚀出地表,沉积碎屑中酸、碱性物质增多,更有利于成矿。

2.3 矿石矿物成分

矿石的矿物成分和成矿围岩基本一致,惟有矿石中略增加微量黄铁矿(图5)、自然硒、地沥青、碳质碎屑、黏土矿物和微量显微状沥青铀矿(图6,表1)。矿

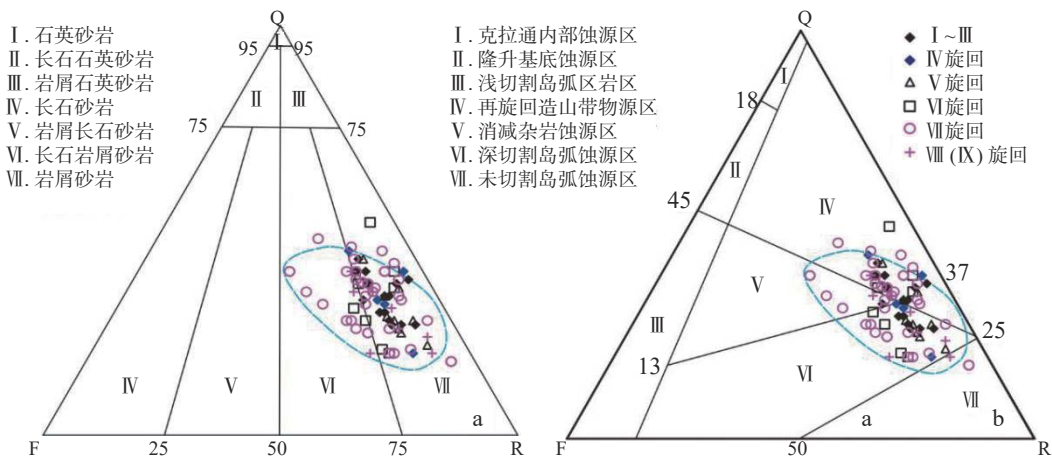


图4 日达里克地区骨架颗粒岩性及构造环境判别图解

Fig. 4 Discrimination diagram of skeleton particle lithology and tectonic environment in Ridarik area

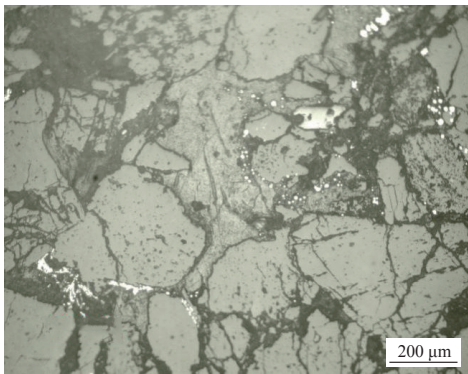


图5 灰色粗砂岩型铀矿石中草莓状黄铁矿，光片，RD-1

Fig. 5 Strawberry shaped pyrite in gray coarse sandstone type uranium ore, light section, RD-1

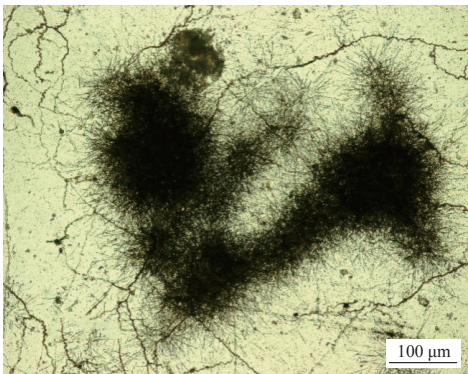


图6 矿石中显微状沥青铀矿的α径迹，放射性照相，薄片，RD-1

Fig. 6 Microscopic pitchblende in ore α Track , radiography, thin film, RD-1

表 1 沥青铀矿化学成分的电子探针分析结果(%)

Tab. 1 EPMA analysis results of chemical composition of pitchblende (%)

样号	测点	K ₂ O	Na ₂ O	U	ThO ₂	MgO	CaO	TiO ₂	Al ₂ O ₃	TFe	MnO	SiO ₂	PbO	总量	备注
RD-1	②	—	0.204	70.29	—	0.087	0.181	0.973	4.48	1.533	0.084	9.645	—	87.472	沥青铀矿

注：1.样品测试在南京大学内生矿床成矿作用国家重点实验室完成；仪器型号：日本JXA-8100(JEOL)；2.测试条件：20 kV，2×10⁻⁸ A；3.测点②位置见图6中沥青铀矿微粒。

石中大部分铀呈吸附状分散在填隙黏土、碎屑矿物裂隙中(王成等,2009)。

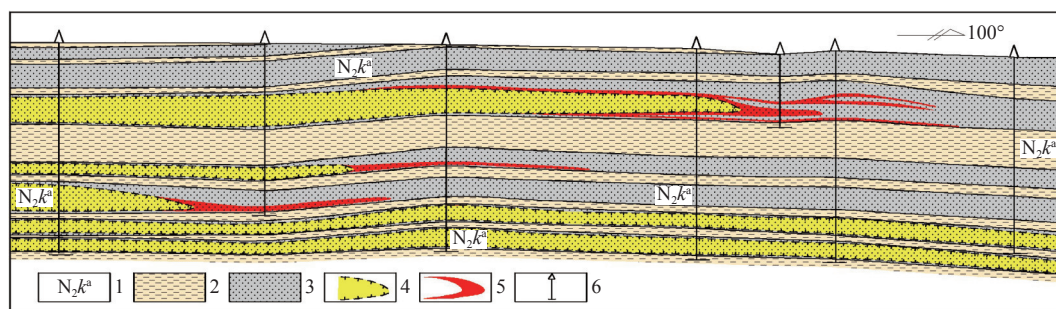
地表露头及浅部矿石中次生铀矿物—钒钾铀矿普遍，钒钾铀矿化学成分主要由UO₂、V₂O₅和K₂O组成，常伴生有褐铁矿、硬锰矿、孔雀石、方解石、石膏等。

3 控矿要素

3.1 岩性-岩相与铀成矿

库车坳陷在上新统早期构造环境相对稳定(万桂

梅等,2006)，沉积盆地范围规模巨大，沉积作用分异明显，库车组早期植被类型为落叶阔叶林植被，气候属于北亚热带半湿润-湿润型气候(张智礼等,2000)，自南天山山前向盆地发育冲积扇-辫状河(扇)三角洲-湖相沉积(谭秀成等,2006;李鑫等,2013;王招明等,2013)。秋里塔格凸起带库车组下段为一套辫状河三角洲平原亚相沉积，主要发育辫状河道、泛滥平原沉积微相，岩性为灰色砂体与浅褐黄色泥岩互层，砂泥结构好，具有稳定的“泥-砂-泥”结构(图7)；砂体碎屑物来源于南天山蚀源区，砂体本身富铀，灰色砂体



1.库车组下段; 2.泥岩隔水层; 3.砂体; 4.层间氧化带; 5.铀矿体; 6.钻孔

图7 日达里克地区X号勘探线剖面示意图

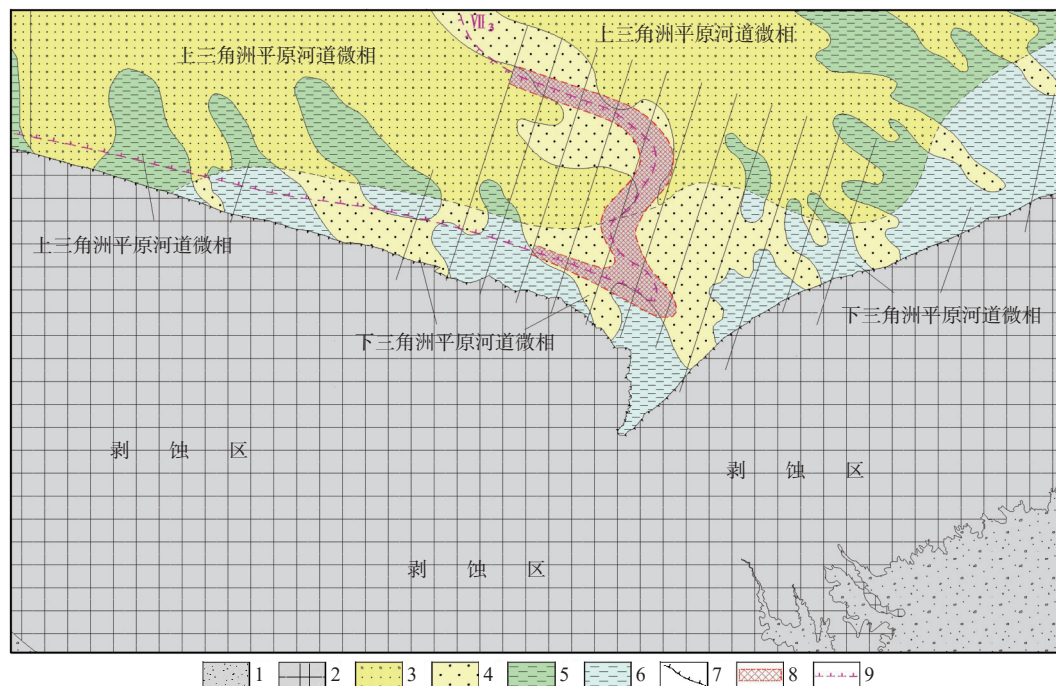
Fig. 7 Profile diagram of X exploration line in Ridalik area

U 含量 $4.84 \times 10^{-6} \sim 7.64 \times 10^{-6}$, 平均为 6.22×10^{-6} 。工业铀矿一般分布于厚度为 22.05~43.14 m 的Ⅳ、Ⅴ、Ⅶ、Ⅷ旋回河道微相砂体中, 小于 22.05 m 和大于 43.14 m 砂体中仅见铀矿化。

日达里克地区库车组下段各旋回砂体底部与泥岩接触部位发育大型冲刷—充填构造, 可见槽模、槽铸型等。砂体底部多为含大量泥砾的滞留河道沉积, 泥砾大小一般为 1~3 cm, 局部可达 20 cm 以上, 多呈滚圆状、椭球状和不规则状。砂体中广泛发育大型槽状交错层理及平行层理。砂体电阻率、自然电位曲线均表现为高、中度齿化的钟形—箱形曲线组合, 砂体顶、

底部与泥岩主要呈突变过渡。泥岩可见水平层理, 并多见动物潜穴、植物根痕、钙质结核。日达里克南部的槽模、槽铸形反映的古水流方向均为 NW—SE 向, 总体表现为 NW 方向砂体厚、粒度粗、泥岩夹层少、含砂率高, 而 SE 方向砂体减薄、粒度变小、泥岩夹层增多、含砂率降低等特征。

综上所述, 库车组下段属于辫状河三角洲平原亚相沉积环境。以库车组下段Ⅶ₃亚旋回为例, 根据其沉积特征, 辫状河三角洲平原亚相可细分为上、下平原亚相(图8), 其中上平原亚相更靠近辫状河上游, 以辫状河道为主, 砂体粒度较大, 以含砾粗砂岩、砂砾岩、



1.覆盖区; 2.剥蚀区; 3.上三角洲平原河道微相; 4.下三角洲平原河道微相; 5.上三角洲平原河道间微相; 6.下三角洲平原河道间微相; 7.剥蚀界线; 8.工业矿带; 9.层间氧化带前锋线

图8 日达里克地区库车组下段Ⅶ₃砂体沉积相与铀成矿关系简图

Fig. 8 Relationship between sedimentary facies and uranium mineralization of vii3 sand body in the lower member of Kuqa formation in Ridarik area

砾岩为主;下平原位于辫状河下游,靠近前缘,砂体粒度较小,以中、粗砂岩为主。进一步划分出上三角洲平原河道微相、上三角洲平原河道间微相和下三角洲平原河道微相、下三角洲平原河道间微相。在北西南东向层间氧化作用下,层间氧化带前锋线多处于上平原亚相与下平原亚相的过渡部位,铀矿化定位于上三角洲平原亚河道微相与下三角洲平原亚河道微相过渡部位的层间氧化带前锋线前后。层间氧化带、铀矿化之所以定位于上述部位,究其原因上述过渡带砂体厚度由厚变薄、粒度由粗变细,泥岩层、碳屑等有机质增多,存在成矿地球化学障。

3.2 构造演化与铀成矿

库车坳陷自晚二叠世—三叠纪的前陆盆地演化阶段之后,侏罗纪—古近纪就进入了伸展夷平阶段。始新世末,印度板块与欧亚板块南缘的冈底斯岩弧碰撞,由于印度—西藏碰撞的远距离构造效应,渐新世晚期上述碰撞的应力传递到南天山古生代碰撞造山带(刘志宏等, 2000),使得晚二叠纪—三叠纪曾经存在的 A 型俯冲带再生活动,库车坳陷进入了再生盆地演化阶段。吉迪克组沉积期(25~16.9 Ma),库车坳陷北缘发生台阶状逆断层由北向南逆冲,开始形成北部单斜带,此时的沉降中心位于北部单斜带南侧,相当于直线褶皱带的北缘,沉积中心位于沉降中心的南部。康村组沉积期(16.9~5.3 Ma),库车坳陷变形作用前锋扩展至直线褶皱带和拜城—阳霞凹陷带的北缘,使直线褶皱带成为库车坳陷北部的一个隆起,此时的沉降、沉积中心推移到该带以南,相当于现在的拜城—阳霞凹陷带一线。在库车组沉积前,北部直线褶皱带—拜城凹陷—秋里塔格构造带总体为较稳定的北高南低单斜带,沉降、沉积中心位于秋里塔格以南。在上新世早期(5.3~3.9 Ma),构造环境较为稳定,在日达里克地区形成了一套砂、泥互层的辫状河三角洲平原亚相沉积。上新世晚期—下更新世(3.6~1.64 Ma),在南北挤压作用下,秋里塔格北倾南冲逆断裂形成,形成了地下水区域性排泄区,而北部直线褶皱带和拜城凹陷北缘进一步抬升,使先期形成的库车组下段掀斜,为地下水的渗入提供了可能,该阶段为秋里塔格日达里克地区主要的成矿期。上更新世(1.64 Ma)以来,南北向构造挤压进一步增强,形成了库车坳陷凹凸相间的构造格局,秋里塔格隆升遭受剥蚀,铀矿体、层间氧化带等出露地表(鲁克改等, 2019; 王元元等, 2021)。

3.3 层间氧化作用与铀成矿

成矿期秋里塔格逆冲断裂和近 NW—SE 向的单斜构造决定了日达里克地区库车组下段层间水的总体径流方向为 NW—SE 向,地下水主要补给来自南天山木扎尔特河上游,当时的拜城凹陷—秋里塔格北部为径流区,秋里塔格逆冲断裂发育地段为排泄区。来自南天山的含铀含氧水在径流过程中,层间氧化作用促使原生灰色砂体中的铀析出,在层间氧化带前方及顶底板砂体中形成有利于铀沉淀的地球化学和生物化学环境,即氧化—还原地球化学障,地球化学障丰富的还原性物质(有机质、硫化物)、微生物生物化学作用产生的还原性气体(如 H_2S 、 CH_4 等)促使 U^{6+} 还原为 U^{4+} 的同时从层间水中析出并沉淀富集。在地下水补径排体系下,形成了层间氧化带及铀矿化,并且具有明显的层间氧化地球化学分带特征。

U 元素在层间氧化作用下迁移,主要富集在过渡带,氧化带 U 含量降低, U 含量表现为过渡带 > 原生带 > 氧化带; Th 元素较稳定,迁移作用不明显,在各分带的含量变化不大; Th/U 比在各分带变化显著,可以很好的判别氧化带、过渡带及原生带。过渡带 U 含量平均为 126.72×10^{-6} , 原生带 6.22×10^{-6} , 氧化带 2.46×10^{-6} , U 在氧化带的活化迁移量为 3.76×10^{-6} , 活化迁移率 60.45%。地表露头由于淋滤作用而导致铀氧化迁移,含量降低,平均含量为 2.91×10^{-6} , 与深部氧化带相当。Th 元素在过渡带含量平均为 6.05×10^{-6} , 原生带为 5.77×10^{-6} , 氧化带为 6.34×10^{-6} , 表明层间氧化带中有弱的 Th 迁移富集现象,地表露头为 5.30×10^{-6} 。氧化带 Th/U 比最高,平均为 2.97; 在过渡带 Th/U 值最低,平均为 0.34; 原生带 Th/U 值中等,平均值为 0.97; 地表露头为 2.51(图 9、表 2)。

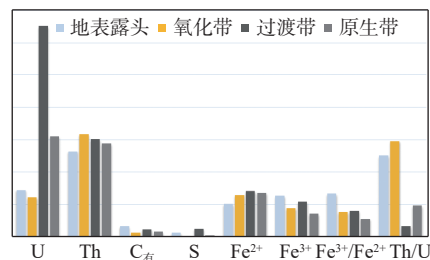


图9 日达里克地区库车组下段微量 U、Th 及地球化学指标含量变化特征示意图

Fig. 9 Variation Characteristics of trace uranium, thorium and geochemical indexes in the lower member of Kuqa formation in Ridalik area

表 2 日达里克地区库车组下段层间氧化带各地球化学分带中微量 U、Th、C_有、TS 及 Fe 含量统计表

Tab. 2 contents of trace uranium, thorium, organic carbon, total sulfur and iron in each geochemical zoning of the interlayer oxidation zone in the lower member of Kuqa formation in Ridalik area

地化分带	U(10 ⁻⁶)	Th(10 ⁻⁶)	C _有 (%)	S(%)	Fe ²⁺ (%)	Fe ³⁺ (%)	Fe ³⁺ /Fe ²⁺	Th/U	样品(个)
地表 露头	2.91	5.30	0.335	0.130	1.02	1.28	1.33	2.51	71
氧化带	2.46	6.34	0.135	0.016	1.30	0.89	0.77	2.97	550
过渡带	126.72	6.05	0.238	0.261	1.42	1.09	0.80	0.34	420
原生带	6.22	5.77	0.158	0.046	1.36	0.71	0.57	0.97	126

注: 样品由核工业地质分析测试研究中心测试。

另外统计显示 Fe²⁺从地表露头、氧化带、过渡带、原生带含量总体具有增高的趋势, 平均含量从 1.04% 增高到 1.36%; Fe³⁺、Fe³⁺/Fe²⁺值从地表露头、氧化带、过渡带、原生带含量总体具有递减的趋势, Fe³⁺平均含量从 1.28% 降低到 0.71%, Fe³⁺/Fe²⁺值从 1.33 降低到 0.57。

3.4 还原介质与铀成矿

日达里克铀矿的矿石和围岩岩心碳屑含量存在显著的差异, 尤其是高品位的矿石无一例外均含有大量的碳屑、碳化植物碎片, 岩石外观呈深灰色、灰黑色。地球化学环境样品分析表明, C_有、TS 在过渡带较高, 原生带次之, 氧化带最低。全区过渡带 C_有、TS 平均含量分别为 0.238% 和 0.261%; 原生带 C_有、TS 平均含量分别为 0.158% 和 0.046%; 氧化带 C_有、TS 平均含量分别为 0.135% 和 0.016%(图 7、表 2)。C_有、TS 之所以向过渡带迁移, 是因为在氧化带 C_有等被氧化破坏, 能形成可溶性的铀酰腐质络合物并被淋滤进入地下水, 再在过渡带以含铀腐质酸盐的形式沉淀下(陈肇博等, 2001)。

铀成矿与有机质、TS 含量关系密切, 工业铀矿和铀矿化均分布于高有机质含量和较高 TS 含量的地段, 层间氧化作用在高有机质和较高 TS 含量的地段停滞, 说明氧被有机质等还原介质消耗殆尽, U⁶⁺被还原 U⁴⁺而被有机质吸附富集成矿, 目前卷头矿石中的 U⁴⁺是 U⁶⁺的 1.83~8.17 倍(表 3)。

4 成因分析

日达里克地区铀矿化产于库车中新生代陆相盆地, 赋存岩相为库车组下段辫状河平原亚相的河道微相, 含矿主岩岩性为疏松的粗砂岩、含砾粗砂岩及中砂岩。库车组下段有多个容矿层位, I~IX 旋回共计

表 3 日达里克地区库车组下段价态铀分析统计表

Tab. 3 Statistical analysis of valence uranium in the lower section of Kuqa formation in Ridalik area

样品编号	U ⁴⁺ (10 ⁻⁶)	U ⁶⁺ (10 ⁻⁶)	合计(10 ⁻⁶)	U ⁴⁺ /U ⁶⁺
U _{Y4000} -27	963	297	1 260	3.24
U _{Y4000} -32	755	242	997	3.12
U _{Y4000} -33	52.6	28.7	81	1.83
U _{Y2357} -01	9.10	3.15	12	2.89
S _{Y1623} -1	227	27.8	255	8.17

注: 样品由核工业地质分析测试研究中心测试。

有 14 层砂体被氧化, 各砂体层间氧化带 NW 向 SE 发育, 平面上呈舌状展布, 剖面上呈叠瓦状, 其中有 12 层砂体揭露到工业铀矿或铀矿化, 卷头、翼部铀矿化均有发育。层间氧化作用强, 地球化学分带明显, U 元素在层间氧化作用下迁移, 主要富集在过渡带, U 含量过渡带>原生带>氧化带; Th 元素较稳定, 迁移作用不明显, 在各分带的含量变化不大; Th/U 比在各分带变化显著。铀的富集与碳屑等还原介质关系密切, 工业铀矿和铀矿化均分布于高有机质含量和较高全硫含量的地段。综上所述, 对比伊犁标准的层间氧化带控矿因素和成矿作用, 日达里克地区铀矿化基本具备关键成矿因素, 但也存在诸如铀源、地下水补给等因素不足的情况, 但具现有资料和成矿特征, 成由于层间氧化作用, 属于层间氧化带砂岩型铀矿类型可能是最好的解释。

5 结论

(1) 日达里克地区库车组下段为一套潮湿-半干旱-干旱气候条件下形成的砂、泥岩互层的辫状河三角洲平原亚相沉积, 属于辫状河三角洲沉积体系。砂

体稳定发育,在剖面上连续产出,相对独立,呈层状、似层状,各砂体之间泥质隔水层厚而稳定。

(2)日达里克地区基本具备单斜地质条件,而库车组下段具备良好的砂岩型铀矿储层,特别是中上部的Ⅳ、Ⅴ、Ⅶ、Ⅷ旋回的钻孔揭露到一定规模的铀矿体,并且铀矿体的连续性较好,多呈板状、似卷状、卷状等典型特征。

(3)日达里克地区库车组下段铀成矿具备层间氧化带控矿的基本条件,推测为层间氧化带砂岩型铀矿。在层间氧化作用下,U、Th等元素均发生了不同程度的迁移,碳屑、硫化物等还原介质在氧化带被消耗,铀最终在碳屑、硫化物等还原性介质丰富的过渡带富集成矿。

参考文献(References):

- 阿种明,罗星刚,杨小强,等.塔里木盆地库车坳陷南部日达里克铀矿床成因探讨[C].2008第六届天山地质矿产资源学术讨论会论文集[A],2008,458-462.
- A Zhongming, LUO Xinggang, YANG Xiaoqiang, et al. Discussion on the genesis of ridarik uranium deposit in the south of Kuqa depression, Tarim Basin[C]. Proceedings of the 6th Tianshan Geological and Mineral Resources Symposium in 2008[A], 2008, 458-462.
- 陈戴生,王瑞英,李胜祥,等.伊犁盆地砂岩型铀矿成矿机制及成矿模式[J].华东地质学院学报,1996,19(4):321-331.
- CHEN Daisheng, WANG Ruiying, LI Shengxiang, et al. Metallogenic mechanism and metallogenic model of sandstone type uranium deposits in Yili Basin[J]. Journal of East China University of Geosciences, 1996, 19(4): 321-331.
- 陈肇博,赵凤鸣.可地浸型铀矿床的形成模式和在中国的找矿前景[J].国外铀金地质,2002,19(3):127-133.
- CHEN Zhaobo, ZHAO Fengming. Formation model of in-situ leachable uranium deposits and prospecting prospects in China[J]. Foreign Uranium and Gold Geology, 2002, 19(3): 127-133.
- 陈肇博,向伟东,尹金双.有机质与砂岩型铀矿成矿作用[A].2001年全国沉积学大会摘要论文集[C],2002,544-550.
- CHEN Zhaobo, XIANG Weidong, YIN Jinshuang. Organic matter and sandstone type uranium mineralization[A]. Proceedings of the National Sedimentology Conference in 2001[C], 2002, 544-550.
- 古抗衡.新疆伊犁盆地铀成矿特征及其形成地质条件[J].华东地质学院学报,1997,20(1):18-23.
- GU Kangheng. Uranium metallogenic characteristics and formation geological conditions in Yili basin, Xinjiang[J]. Journal of East China University of Geosciences, 1997, 20(1): 18-23.
- 何登发,周新源,杨海军,等.库车坳陷的地质结构及其对大油气田的控制作用[J].大地构造与成矿学,2009,33(1):19-32.
- HE Dengfa, ZHOU Xinyuan, YANG Haijun, et al. Geological structure of Kuqa depression and its control over large oil and gas fields[J]. Geotectonics and Mineralization, 2009, 33(1): 19-32.
- 贾承造,魏国齐.塔里木盆地构造特征与含油气性[J].科学通报,2002,47(S1):1-8.
- JIA Chengzao, WEI Guoqi. Structural characteristics and petroliferous properties of Tarim Basin[J]. Science Bulletin, 2002, 47(S1): 1-8.
- 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):129-134.
- LI Shengxiang, CHEN Daisheng, WANG Ruiying, et al. Sedimentary facies characteristics of coal bearing strata in Yili Basin and their relationship with interlayer oxidation zone sandstone type uranium mineralization[J]. Uranium Geology, 1996, 12(3): 129-134.
- 刘刚,王国荣,阿种明.塔里木盆地新生代构造演化与铀成矿的关系[J].新疆地质,2010,28(1):95-98.
- LIU Gang, WANG Guorong, A Zhongming. Relationship between Cenozoic tectonic evolution and uranium mineralization in Tarim Basin[J]. Xinjiang Geology, 2010, 28(1): 95-98.
- 刘志宏,卢华夏,李西建,等.库车再生前陆盆地的构造演化[J].地质科学,2000,35(4):482-492.
- LIU Zhihong, LU Huaxia, LI Xijian, et al. Tectonic evolution of Kuqa regenerated foreland basin[J]. Geoscience, 2000, 35(4): 482-492.
- 李鑫,钟大康,李勇,等.库车坳陷新近系库车组冲积扇沉积特征及相模式[J].现代地质,2013,27(3):669-680.
- LI Xin, ZHONG Dakang, LI Yong, et al. Sedimentary characteristics and facies model of alluvial fan of Neogene Kuqa formation in Kuqa depression[J]. Modern Geology, 2013, 27(3): 669-680.
- 鲁克改,王国荣,孙潇.塔里木盆地北缘断褶带层间氧化带发育样式及砂岩铀矿找矿潜力[J].地质力学学报,2019,25(1):115-124.
- LU Kegai, WANG Guorong, SUN Xiao. Development pattern of interlayer oxidation zone and prospecting potential of sandstone uranium deposit in fault fold zone in the northern margin of Tarim Basin[J]. Journal of Geomechanics, 2019, 25(1): 115-124.
- 谭秀成,王振宇,李凌,等.库车前陆盆地第三系沉积相配置及演化研究[J].沉积学报,2006,24(6):290-297.

- TAN Xiucheng, WANG Zhenyu, LI Ling, et al. Study on the configuration and evolution of Tertiary sedimentary facies in Kuqa foreland basin[J]. Journal of Sedimentation, 2006, 24(6): 290–297.
- 汤良杰, 万桂梅, 王清华, 等. 库车西秋里塔格构造带中、新生代构造演化[J]. 西南石油大学(自然科学版), 2008, 30(2): 167–172.
- TANG Liangjie, WAN Guimei, WANG Qinghua, et al. Mesozoic and Cenozoic tectonic evolution of Qiulitage structural belt in West Kuqa[J]. Southwest Petroleum University (Natural Science Edition), 2008, 30(2): 167–172.
- 万桂梅, 汤良杰, 金文正, 等. 库车坳陷西秋里塔格构造带新生代沉降史分析[J]. 吉林大学学报(地球科学版), 2006, 36(S1): 19–23.
- WAN Guimei, TANG Liangjie, JIN Wenzheng, et al. Analysis of Cenozoic subsidence history of xiquilitage structural belt in Kuqa depression[J]. Journal of Jilin University (Geoscience Edition), 2006, 36(S1): 19–23.
- 王成, 王果, 张成江, 等. 塔里木盆地铀成矿作用及找矿方向研究[R]. 乌鲁木齐: 核工业二一六大队, 2009.
- 王元元, 王强强, 王国荣, 等. 库车坳陷库车组砂岩型铀矿找矿方向新解[J]. 铀矿地质, 2021, 37(3): 369–376.
- WANG Yuanyuan, WANG Qiangqiang, WANG Guorong, et al. Tectonic uplift process of Qiulitage structural belt in Kuqa depression and its constraints on interlayer oxidation[J]. Uranium Geology, 2021, 37(3): 369–376.
- 王元元, 王强强, 鲁克改, 等. 库车坳陷秋里塔格构造带构造隆升过程及其对层间氧化作用的制约[J]. 铀矿地质, 2021, 37(5): 843–853.
- WANG Yuanyuan, WANG Qiangqiang, LU Kegai, et al. Tectonic uplift process of Qiulitage structural belt in Kuqa depression and its constraints on interlayer oxidation[J]. Uranium Geology, 2021, 37(5): 843–853.
- 王招明, 钟大康, 孙海涛, 等. 库车坳陷中部新近系—第四系砾岩层的沉积特征及分布规律[J]. 沉积学报, 2013, 31(2): 282–290.
- WANG Zhaoming, ZHONG Dakang, SUN Haitao, et al. Sedimentary characteristics and distribution law of Neogene quaternary gravel strata in the middle of Kuqa depression[J]. Journal of Sedimentation, 2013, 31(2): 282–290.
- 谢会文, 陈竹新, 李勇, 等. 塔里木盆地西秋—却勒冲断褶皱带地质结构特征及油气勘探区带[J]. 石油学报, 2012, 33(6): 932–940.
- XIE Huiwen, CHEN Zhuxin, LI Yong, et al. Geological structure characteristics and oil and gas exploration zones of Xiqu Quele thrust fold belt in Tarim Basin [J]. Journal of Petroleum, 2012, 33 (6): 932–940.
- 张智礼, 王雪峰, 丁玲. 塔里木盆地库车组时代归属与古生态特征[J]. 大庆石油地质开发, 2000, 19(6): 15–18.
- ZHANG Zhili, WANG Xuefeng, DING Ling. Age attribution and paleoecological characteristics of Kuqa formation in Tarim Basin[J]. Daqing petroleum geological development, 2000, 19(6): 15–18.
- 庄红红, 毛自强, 张涛, 等. 塔里木盆地库车坳陷砂岩型铀矿成矿潜力分析[J]. 西安科技大学学报, 2015, 35(3): 356–362.
- ZHUANG Honghong, MAO Ziqiang, ZHANG Tao, et al. Analysis of metallogenic potential of sandstone type uranium deposit in Kuqa depression, Tarim Basin[J]. Journal of Xi'an University of Science and Technology, 2015, 35(3): 356–362.