

# 吐哈盆地塔朗组沉积特征 及烃源岩潜力分析

韩祥磊

(中国石化胜利油田分公司,山东 东营 257000)

**摘要:**针对吐哈盆地二叠系盆地性质不清,沉积环境、烃源岩潜力不明的问题,综合利用钻井、野外露头等资料,运用岩性组合特征、测井曲线、岩石元素、油气地球化学等方法,对研究区二叠系盆地性质、沉积特征及烃源岩潜力进行分析。研究表明:吐哈盆地二叠系为裂谷盆地,划分为裂谷初始期( $P_{1y}$ — $P_{2d}$ )、裂谷鼎盛期( $P_{2t}$ )、裂谷萎缩期( $P_{3w}$ )3个阶段,塔朗组处于裂谷鼎盛期,是烃源岩的主要发育层系,具有广盆一体化沉积、现今残留分布的特点;沉积类型以滨浅湖、半深湖—深湖亚相为主,该套烃源岩具有厚度大、成熟度好、分布广的特点,具有一定的勘探潜力。该研究对区带优选及勘探部署具有一定的指导意义。

**关键词:**吐哈盆地;中二叠统;塔朗组;沉积特征;烃源岩;勘探潜力

**中图分类号:**TE121.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-6535(2018)03-0018-05

## Sedimentary Pattern and Source-Rock Potential of Taerlang Formation in Turpan-Hami Basin

Han Xianglei

(Sinopec Shengli Oilfield Branch Company, Dongying, Shandong 257000, China)

**Abstract:** In view of the unclear understanding of the Permian properties, sedimentary environment and source-rock potential in Turpan-Hami Basin, the lithology combination properties, logging, rock element, hydrocarbon geochemistry and other methods are used to analyze the properties, sedimentary pattern and source-rock potential of Permian basin based on drilling, field outcrop and other data. Research indicates that the Permian in the Turpan-Hami Basin is a rift basin divided into three stages, namely the rift initiation stage ( $P_{1y}$ — $P_{2d}$ ), the rift peak stage ( $P_{2t}$ ) and the rift shrinking stage ( $P_{3w}$ ). The Taerlang Formation within the rift peak stage is considered as the major stratum for source-rock development, which is characterized by integrated wide-basin sedimentation and present residual distribution. The sedimentation is dominated by shore shallow lake, semi-deep lake and deep lake sub-facies. This set of source-rock is featured by large thickness, better maturity and wide distribution, which shows a great exploration potential. This research could provide certain guidance for zone optimization and exploration deployment.

**Key words:** Turpan-Hami Basin; Middle Permian; Taerlang Formation; sedimentary pattern; source-rock; exploration potential

## 0 引言

吐哈盆地二叠系划分为三统四组,自下而上分别为下二叠统依尔希土组( $P_{1y}$ )、中二叠统大河沿组( $P_{2d}$ )及塔朗组( $P_{2t}$ )、上二叠统梧桐沟组( $P_{3w}$ )。其中,大河沿组和塔朗组合称桃东沟

群<sup>[1]</sup>。前人研究表明,吐哈盆地在晚石炭世时,从盆地南部觉罗塔格残留火山岛向北到东准噶尔泉子街一带是一个逐渐加深的滨、浅海斜坡,属于准噶尔残留洋盆的南翼<sup>[2]</sup>。中二叠世时准噶尔盆地、吐哈盆地由前期分隔的前陆盆地转化为渐趋统一的大型内陆拗陷<sup>[3]</sup>。中二叠统塔朗组作为一

收稿日期:20171120;改回日期:20180326

基金项目:中国石化股份公司重点科技攻关项目“新疆北部石炭系成烃成藏与勘探方向”(P12035)

作者简介:韩祥磊(1968—),男,高级工程师,1991年毕业于石油大学(华东)勘察地球物理专业,2004年毕业于该校地质工程专业,获硕士学位,现主要从事石油地质综合研究及管理工作。

套主要烃源岩,由于目前盆内钻井揭示的地层残缺不全,对其认识还存在分歧,有的学者认为吐哈盆地中二叠世为孤立的小型断陷<sup>[4-5]</sup>,有的学者认为吐哈盆地在中二叠世为广盆<sup>[6-7]</sup>。通过野外地质考察取得的大量样品及其分析化验数据,结合盆内钻井、地震资料等,针对二叠系盆地性质、塔尔朗组沉积相、烃源岩特征开展了研究,分析评价了二叠系烃源岩勘探潜力,该研究对区带优选及勘探部署具有一定的指导意义。

## 1 二叠系盆地性质

$P_{1Y}$  的火山岩元素分析表明<sup>[8]</sup>,火山岩喷发背景为初始大陆裂谷。 $P_{1Y}$  沉积晚期主要发育有玄武岩、凝灰岩等火成岩。分析大南湖、朗1井等9条剖面的玄武岩地球化学特征可知,原始地幔标准化的微量元素分配曲线整体呈右倾,Nb、Ta元素轻度亏损,Sr元素富集,说明该岩浆成分混染了地壳物质;元素Th与Ta含量比的平均值为5.45,位于初始裂谷分布区间(Th与Ta含量比的平均范围为4.00~10.00)。由Zr/Y-Y构造环境判别图可知,

玄武岩样品几乎投点于板内形成环境。因此, $P_{1Y}$  的玄武岩为大陆裂谷初始期的喷发产物。

中二叠统塔尔朗组  $P_2t$  沉积时期,吐哈盆地广泛沉积暗色地层。从吐哈盆地周缘露头来看,以深灰色、灰色泥岩为主,夹薄层灰岩、细砂岩等,主要为半深湖—深湖、滨浅湖沉积,厚度为200~500 m,除托参1井外,吐哈盆地其他地区至今未见  $P_2t$  发育边缘粗相带。另外,该区地震剖面上的中二叠统具有平行—亚平行反射特征,沉积背景稳定,不具备小型断陷的特点,现今残留分布为后期构造运动的结果。

吐哈盆地与准噶尔盆地之间的博格达山地区自早石炭世形成裂谷后,至中二叠世基本处于拉张环境中,完成了由海相沉积向陆相沉积的转变。晚二叠世博格达山初次挤压隆升,其后处于拉伸剥蚀的准平原化阶段<sup>[9-11]</sup>。古水流分析表明,现今的博格达山一带在中二叠世为汇水区(图1)。中二叠世在博格达山南缘古水流为北东东向,博格达山北缘古水流从北向南。区域对比表明,该区的塔尔朗组与准东地区的平地泉组岩性组合有较好的对比性,

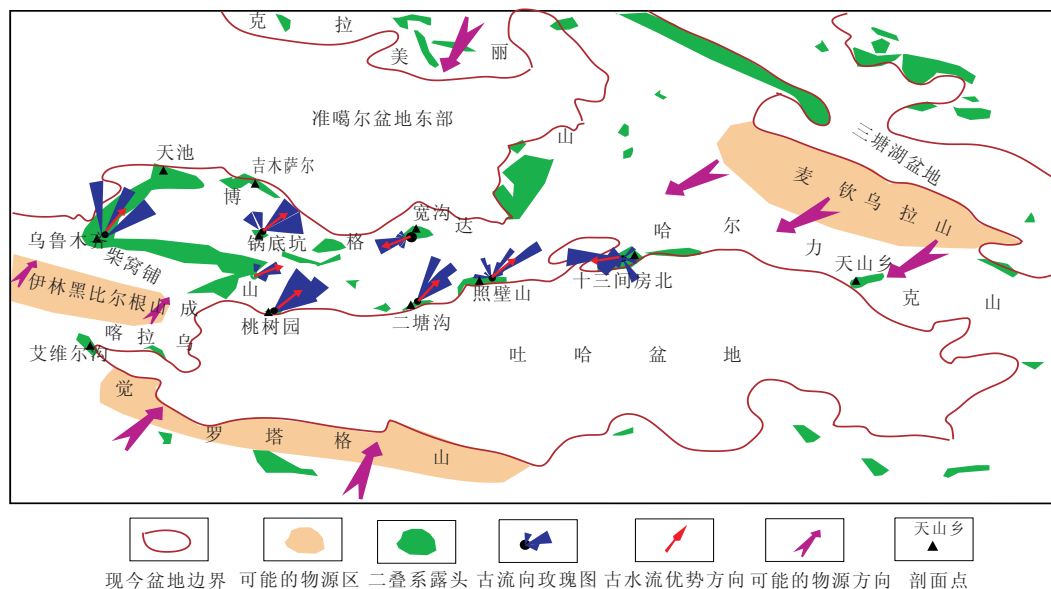


图1 博格达山及周边地区中二叠统古水流方向

以暗色细碎屑岩沉积为主,区域稳定分布,多数地区具有深水沉积的特点,反映了吐哈—准东相似的沉积背景。

综上所述,二叠纪吐哈盆地为裂谷盆地,可进一步划分为裂谷初始期( $P_{1Y}$ — $P_{2d}$ )、裂谷鼎盛期( $P_{2t}$ )、裂谷萎缩期( $P_{3w}$ )3个阶段。裂谷初始期  $P_{1Y}$  主要发育紫红色砂砾岩、砾岩等粗碎屑岩沉

积,砾石大小混杂,分选较差,棱角分明,为典型的冲积扇沉积,喷发产物为火成岩。 $P_{2d}$  沉积时期,为裂谷充填沉积阶段,主要发育近源的砾岩、砂砾岩等粗碎屑沉积。 $P_{2t}$  沉积时期,准噶尔—吐哈盆地可能是连通的,广泛沉积暗色地层,以深灰色、灰色泥岩为主,是吐哈盆地二叠系烃源岩主要发育层系。 $P_{3w}$  沉积时期,湖盆急剧萎缩,水体变浅,主要

发育杂色中细砾岩、含砾粗砂岩、中砂岩夹灰绿色泥岩、粉砂质泥岩、紫红色泥岩不等厚互层。

## 2 塔尔朗组沉积相特征

前期研究表明,塔尔朗组( $P_{2t}$ )为主要烃源岩发育层系<sup>[12-13]</sup>。通过对吐哈盆地周缘露头剖面

(塔尔朗沟剖面、艾维尔沟剖面等)以及井资料(艾参 1、鲁南 1 井)进行分析,在吐哈盆地广泛发育半深湖—深湖相沉积(图 2)。塔尔朗沟剖面塔尔朗组为厚层的深灰色、灰黑色泥岩夹薄层灰岩及泥灰岩,见有大量的双壳类化石呈“富集”状态产出,泥岩中水平层理极其发育,反映了低能的水体环

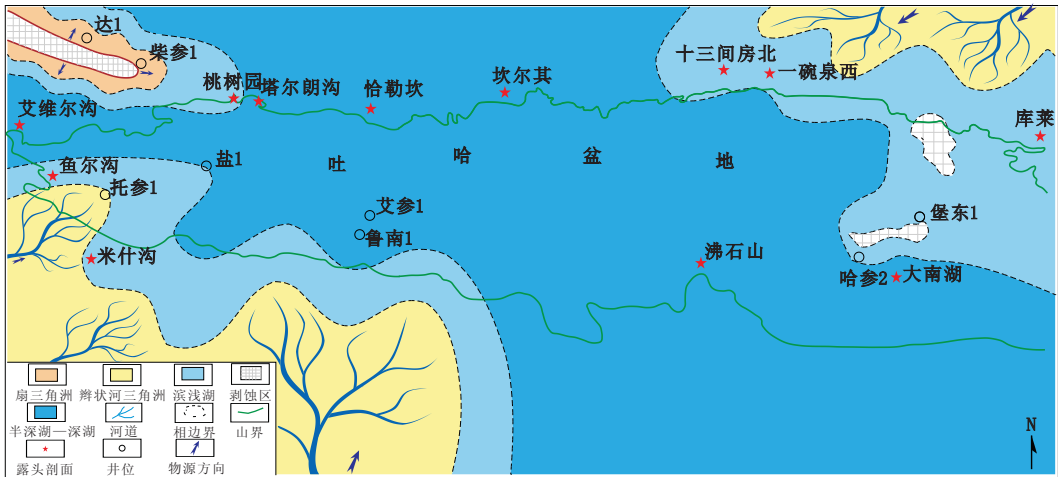


图 2 吐哈盆地塔尔朗组沉积时期主要沉积相类型及平面展布

境,指示该区域为半深湖—深湖相沉积。对吐哈地区野外剖面塔尔朗组 80 块泥岩样品进行了微量元素<sup>[14]</sup>分析。各剖面 Sr 与 Ba 比值的平均值为 0.440 0~2.100 0, B 含量平均值为 52.000 0~55.000 0  $\mu\text{g/g}$ , B 与 Ga 的比值的平均值为 4.200 0~5.200 0, Rb 与 K 的比值的平均值为 0.005 5~0.005 6,表明古水体盐度为半咸水—咸水;V 与 V 和 Ni 之和的比值的平均值为 0.640 0~0.910 0、Ni 与 Co 的比值的为 1.900~4.400、V 与 Cr 的比值的平均值为 1.360 0~5.300 0,表明介质为还原—强还原条件,属于半深湖—深湖相沉积。

吐哈盆地北缘的鱼儿沟、十三间房北、一碗泉西、库莱剖面及托克逊凹陷托北 1、盐 1 井一带为滨浅湖相沉积。鱼儿沟剖面塔尔朗组为深灰色泥岩夹灰绿色细砾岩、中细砂岩等,砂岩百分含量较高,约为 30%;泥岩、粉砂岩中水平层理发育,显示出较低能的环境。一碗泉西剖面塔尔朗组为灰色、灰绿色泥岩夹灰绿色细砾岩、灰色灰质砂岩等,细砾岩夹层呈透镜状,砾石成分以灰岩为主,反映出近源的特点;灰质砂岩横向分布稳定,平行层理发育,具有滨岸砂的特点、泥岩颜色偏浅<sup>[15]</sup>。托北 1 井塔尔朗组下部以褐色、棕红色泥岩为主,夹大量

的杂色细砾岩, RD 测井曲线呈齿状,应为滨浅湖沉积。盐 1 井塔尔朗组下部发育褐色石膏质泥岩,反映了蒸发、浅水环境。

吐哈盆地西南部发育辫状河三角洲。托克逊凹陷的托参 1 井塔尔朗组由杂色砂砾岩、不等粒砂岩、深灰色泥岩构成若干个正旋回,测井曲线 SP、RD 也表现为多个正旋回特征<sup>[16]</sup>,测井曲线具有箱形渐变为钟形的特点,表明辫状河三角洲前缘亚相中水下分流河道发育。

## 3 塔尔朗组烃源岩特征

### 3.1 地球化学特征

采用干酪根有机元素方法对 23 块样品进行分析<sup>[17]</sup>。根据有机元素测试分析结果,测试样品氢与碳原子比为 0.400 0~1.087 0,氧与碳原子比为 0.063 0~0.275 0。将氢与碳原子比、氧与碳原子比投点于 Van Kerevenlen 图解上(图 3),可以看出,塔尔朗组烃源岩有机质类型主要为 II—III 型,既可大量生油,也可大量生气。

采用有机碳和岩石热解分析方法<sup>[18-19]</sup>对 42 块样品进行了测试分析,确定其有机质的丰度。分

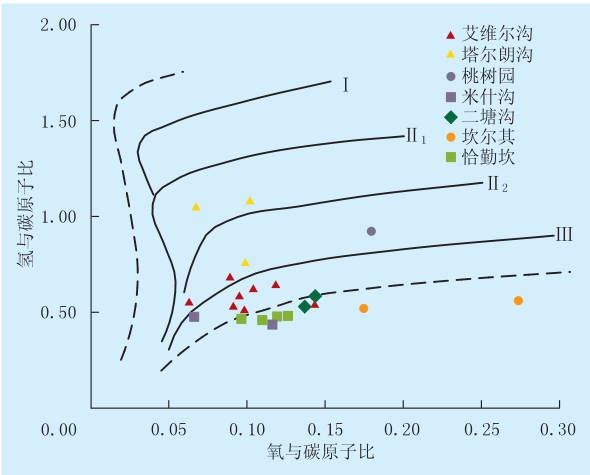


图 3 吐哈盆地中二叠统塔尔朗组样品干酪根关系  
析化验表明,塔尔朗组露头暗色泥岩的有机碳含量普遍高。艾维尔沟剖面 13 块测试样品中,有机碳

含量为 2.32%~9.62%,平均为 5.43%;塔尔朗沟剖面 13 块测试样品中,有机碳含量为 1.65%~7.73%,平均为 4.73%。中二叠统塔尔朗组烃源岩有机质丰度为好—极好。通过对 14 块艾维尔沟、塔尔朗沟和桃树园剖面塔尔朗组烃源岩样品进行镜煤分析测试,其中 8 个样品的  $R_o$  为 0.70%~1.15%,表明塔尔朗组烃源岩已处于成熟阶段。

3.2 勘探潜力分析

综合野外露头、盆内覆盖区钻井及区域沉积相研究等成果,认为塔尔朗组烃源岩具有区域沉积、残余分布的特点,现今主要分布在大河沿、台北凹陷、鲁克沁、哈密西南部等地区,面积约为 12 730 km<sup>2</sup>(图 4)。

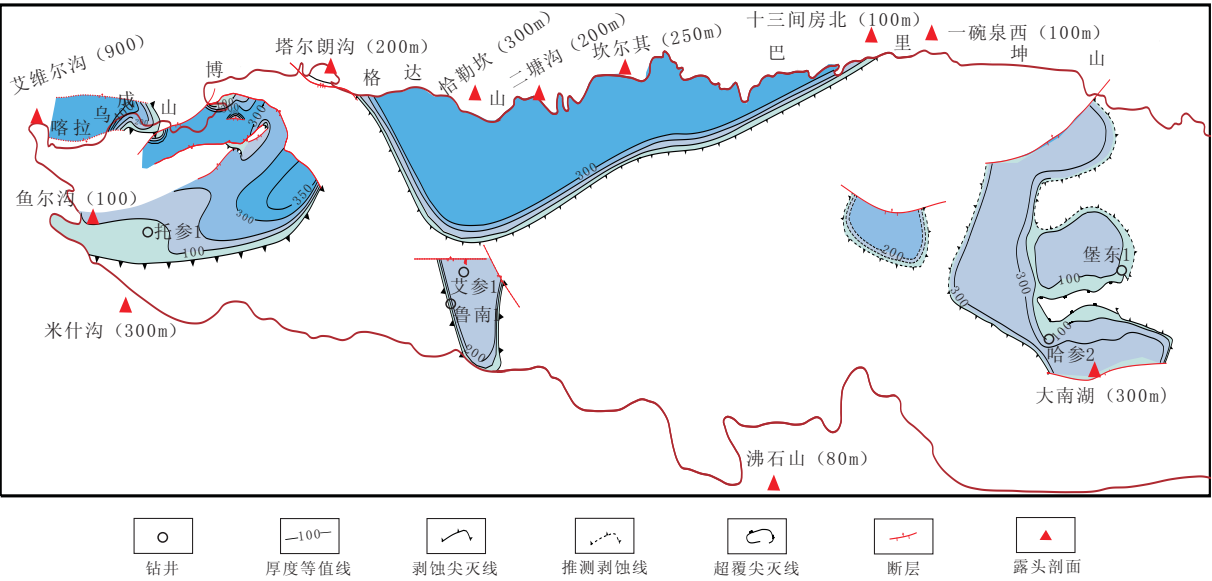


图 4 吐哈盆地中二叠统塔尔朗组 P<sub>2t</sub> 烃源岩厚度

基于大量野外露头 and 探井化验取得的地球化学数据,运用生烃系数法进行资源量估算<sup>[20]</sup>,二叠系塔尔朗组烃源岩油气资源量约为 12.8×10<sup>8</sup>t,表明该套源岩具有较大的勘探潜力。其中,台北凹陷塔尔朗组烃源岩残留厚度大、埋藏深,与该区烃源岩相邻的台南凹陷鲁克沁油田,截至 2017 年底,已探明石油地质储量约 1.5×10<sup>9</sup>t。油源对比表明,该区二叠系、三叠系原油主要来自台北凹陷<sup>[21]</sup>;盆地西部托克逊凹陷发现了伊拉湖油田,哈密坳陷红 1 井在二叠系见油斑显示,油源对比表明均来自该套源岩,展示了良好的勘探前景<sup>[22-23]</sup>。按照源控论

观点,台北凹陷、托克逊凹陷、科牙依凹陷、哈密坳陷二叠系烃源岩残留展布区内及周边均是有利勘探区。

4 结 论

(1) 吐哈盆地二叠纪为裂谷盆地,可进一步划分为裂谷初始期、裂谷鼎盛期、裂谷萎缩期 3 个阶段。塔尔朗组处于裂谷鼎盛期,P<sub>2t</sub> 沉积时期,准噶尔盆地—吐哈盆地可能是连通的,具有广盆一体化沉积,现今表现为残余分布的特点,是吐哈盆地主要的烃源岩层系。

(2) 吐哈盆地中二叠统塔尔朗组发育湖泊相



沉积,主要相带为滨浅湖、半深湖—深湖亚相

(3) 中二叠统塔尔朗组烃源岩有机质类型主要为Ⅱ—Ⅲ型,有机碳含量为0.50%~9.62%, $R_o$ 为0.70%~1.15%,烃源岩厚度为300 m左右,残余分布面积约为12 730 km<sup>2</sup>,综合评价为一套厚度大,指标好,分布广的烃源岩,展示了较大的勘探潜力。

## 参考文献:

- [1] 董臣强. 哈山地区二叠系勘探成效分析[J]. 特种油气藏,2014,21(5):52-54.
- [2] 肖国平,何维国. 吐哈盆地古生代盆地类型与火山岩分布[J]. 吐哈油气,1997,2(2):16-20.
- [3] 唐晓川,卢苗安,付志方,等. 新疆二叠纪泛准噶尔超级湖盆之商榷[J]. 地质通报,2006,25(9-10):1115-1116.
- [4] 唐详华. 吐哈盆地托克逊地区二叠系—侏罗系分布概况及古生态古气候初探[J]. 新疆石油地质,1999,20(1):40-44.
- [5] 符迪. 新疆吐哈盆地南部及南缘二叠系沉积相分析[D]. 西安:西北大学,2011.
- [6] 许璟,蒲仁海,郭倩,等. 塔里木盆地卡拉沙依组砂泥岩段地层对比与沉积相研究[J]. 特种油气藏,2012,19(4):55-55.
- [7] 汪新伟,汪新文,马永生. 新疆博格达山的构造演化及其与油气的关系[J]. 现代地质,2007,21(1):116-124.
- [8] 刘英俊,曹励明. 元素地球化学[M]. 北京:科学出版社,1984:1-110.
- [9] 李文厚,周立发,柳益群,等. 吐哈盆地沉积格局与沉积环境的演变[J]. 新疆石油地质,1997,18(2):135-140.
- [10] 孙国智,柳益群. 新疆博格达山隆升时间初步分析[J]. 沉积学报,2009,27(3):487-491.
- [11] 王昕,杨斌,王岩瑞. 吐哈油田低饱和复油藏地质工程一体化效益勘探实践[J]. 中国石油勘探,2017,22(1):38-45.
- [12] 李阳,钟建华,李旭平,等. 吐哈盆地巴喀地区下侏罗统致密砂岩气藏成藏特征[J]. 特种油气藏,2012,19(2):29-33.
- [13] 汪彦,鲁新便,彭军,等. 塔河油田YT1区块三叠系层序地层与岩相古地理分析[J]. 特种油气藏,2010,17(4):43-46.
- [14] 刘刚,周东升. 微量元素分析在判别沉积环境中的应用[J]. 石油实验地质,2007,29(3):307-314.
- [15] 刘军钊,张尚锋,关键,等. 准噶尔盆地西北缘车排子地区侏罗系扇三角洲沉积特征[J]. 特种油气藏,2008,15(5):27-30.
- [16] 田景春,陈高武,张翔,等. 沉积地球化学在层序地层分析中的应用[J]. 成都理工大学学报(自然科学版),2006,33(1):30-35.
- [17] 刘金华,杨少春,葛政俊,等. 红台油气田鼻状构造油气富集规律研究[J]. 特种油气藏,2010,17(4):43-46.
- [18] 李延丽,王建功,石亚军,等. 柴达木盆地西部盐湖相有效烃源岩测井识别[J]. 岩性油气藏,2017,29(6):69-75.
- [19] 翁凯,李鑫,李荣西,等. 鄂尔多斯盆地东南部上古生界烃源岩评价及有利区预测[J]. 特种油气藏,2012,19(5):21-25.
- [20] 杨占龙,彭立才,陈启林,等. 吐哈盆地胜北洼陷岩性油气藏成藏条件与油气勘探方向[J]. 岩性油气藏,2007,19(1):62-67.
- [21] 苟红光. 吐哈盆地鲁克沁—玉北地区二叠系油气成藏规律研究[J]. 石油天然气学报(江汉石油学院学报),2015,37(5-6):1-5.
- [22] 袁明生,梁世君,燕列灿,等. 吐哈盆地油气地质与勘探实践[M]. 北京:石油工业出版社,2002:24-77.
- [23] 张明山,张进学,于拥军,等. 吐哈盆地地质结构和油气聚集规律的新认识[J]. 新疆石油地质,2002,23(2):189-191.

编辑 朱雅楠