

文章编号:1000-5870(2004)06-0006-05

# 塔里木盆地中部二叠系火山岩地层的划分与对比

陈业全<sup>1,2,3</sup>, 李宝刚<sup>4</sup>(1. 中国科学院地球化学研究所, 贵州贵阳 550002; 2. 中原油田物探技术研究院, 河南濮阳 457001;  
3. 中国科学院研究生院, 北京 100039; 4. 石油大学地球资源与信息学院, 山东东营 257061)

**摘要:**根据火山岩的岩性及电性特征,对塔里木盆地中部(简称塔中)地区下二叠统火山岩地层进行了划分与对比。结果表明,以岩流组作为该区火山岩地层划分对比单元,确定了塔中地区西部有 6 期火山喷发,中部有 4 期火山喷发,东部无火山喷发。该区二叠纪火山以断裂式喷发为主,火山活动由西北向东南逐渐减弱。火山通道和伴生裂缝是油气运移的良好通道。塔中地区二叠系火山岩油气藏类型有古潜山型和超覆披覆型。

**关键词:**塔里木盆地; 二叠系; 火山岩地层; 岩流组; 火山喷发期次; 油气藏类型

**中图分类号:**P 588.1      **文献标识码:**A

## Classification and correlation of Permian volcanic rocks in Mid-Tarim area

CHEN Ye-quan<sup>1,2,3</sup>, LI Bao-gang<sup>4</sup>(1. *Geochemical Institute in Chinese Academy of Science, Guiyang 550002, China;*  
2. *Research Institute of Geophysical Prospecting in Zhongyuan Oilfield, Puyang 457001, China;*  
3. *Graduate Institute in Chinese Academy of Science, Beijing 100039, China;*  
4. *Faculty of Geo-Resource and Information in the University of Petroleum, China, Dongying 257061, China)*

**Abstract:** On the basis of lithological characters and electricity of volcanic rock, the volcanic rocks in Permian strata in Mid-Tarim area were divided into distinct units of lava cell and lava group. Taking lava group as an essential unit for compartmentalizing and contrasting volcanic rock stratum, the classification and correlation of volcanic rock strata show that volcanic movement in the central Tarim area became weak from north-west to south-east. There occurred six times of volcanic eruptions in the west part, four times in the middle part and none in the east part. The main types of igneous reservoirs of Permian in the central Tarim area include the overlapping and draping type and uplifting leaching type.

**Key words:** Tarim basin; Permian; volcanic rock strata; lava group; volcanic eruption times; reservoir type

连续钻井取心是研究火山岩喷发期次最重要的手段,因每一期火山岩顶、底界面都存在孔隙带<sup>[1]</sup>,利用微量元素纵向变化规律可以研究火山岩喷发期次<sup>[2]</sup>。塔里木盆地中部(简称塔中)地区二叠系发育大量火山岩系<sup>[3,4]</sup>,然而本区火山岩段取心及分析化验数据少,给火山岩喷发期次研究及火山岩地层横向对比和油气勘探带来了很大困难。笔者利用电性响应为主、岩性特征为辅划分岩流组的方法研究深部火山岩喷发期次,预测火山岩分布,并对研究区 80 余口井的测井资料进行火山岩识别和岩流组划分,以火山岩岩流组为对比单元对工区内火山岩

进行横向对比,确定火山岩喷发等时面,为塔中地区二叠系地层划分对比和油气勘探提供参考。

## 1 地质概况

塔里木盆地中部广义上是指塔里木盆地中央隆起带,其中由 3 个次级构造单元组成,自西向东为巴楚断隆、塔中低隆和塔东低隆(图 1)。通常所说的塔中隆起主要指塔中低隆和巴楚断隆的东端,也是本次研究的范围。塔中隆起雏型出现于早加里东运动期,定型于早海西运动期,晚海西运动后,塔中隆起演化阶段基本结束,并进入陆相沉积演化阶

收稿日期:2004-04-04

基金项目:“十五”中国石化集团公司攻关项目(XBK02-16)

作者简介:陈业全(1966-),男(汉族),河南商丘人,高级工程师,从事地震处理、解释及石油地质综合研究工作。

段<sup>[5]</sup>。

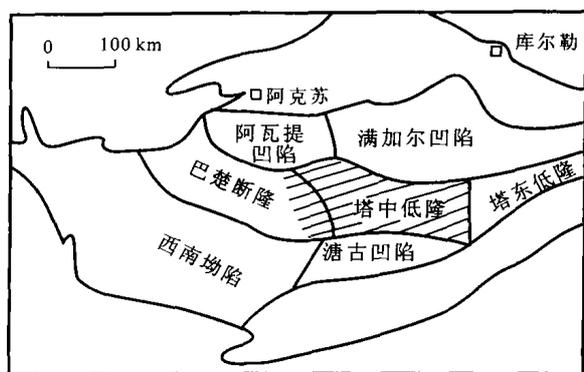


图 1 塔里木盆地构造区划略图

## 2 火山岩发育特征

### 2.1 地层发育特征

塔中地区二叠系火山岩厚度及岩性不同,有玄武岩、安山岩、凝灰岩、火山碎屑岩和辉绿岩等。通过对工区 45 口井的统计,其中有 36 口井在下二叠统钻遇了火山岩(表 1)。二叠系火山岩以喷出岩为主,岩性主要是玄武岩和凝灰岩,分布面积最广,几乎遍及整个塔中地区(图 2),这为火山岩层序识别和地层对比提供了有利条件。

表 1 塔中地区火山岩厚度统计表 m

井号	凝灰岩	玄武岩	安山岩	粗面岩	总厚度
塔中 21	196	179	55	0	430
塔中 45	6	41	0	0	47
塔中 4	0	33	0	0	33
满西 1	250	11	0	0	261
巴东 2	0	98	31	44	173
阿满 2	87	100	0	0	187
塔中 64	130	38	0	0	168
塔中 37	0	63	0	0	63
满西 2	0	239	0	0	239
塔中 18	0	138	5	0	143

### 2.2 岩性特征

(1)安山岩。斑晶结构,斑晶含量约 30%,主要成分为斜长石,次为辉石,含黑云母、少量的角闪石,晶形较完好,部分斜长石斑晶有碎裂或溶蚀结构并发生蚀变。

(2)玄武岩。岩石为黑色,见较多微斜长石斑晶,斜长石之间充填玻璃质、绿泥石等,气孔较发育,孔中充填绿泥石。

(3)英安岩。岩石具斑晶结构,斑晶含量较少,约占 10%,为全自形板状斜长石,其长轴为 0.5~2.0 mm,已强烈碳酸盐化,基质为显微嵌晶结构或玻状交织结构。

(4)安山质玻质晶屑凝灰岩。岩石具凝灰、玻屑和晶屑结构,火山碎屑颗粒都小于 2.0 mm,玻屑和晶屑各占岩石总体积的 45%,晶屑以辉石为主,有部分斜长石和角闪石,并受强烈蚀变,几乎全被沸石交代。

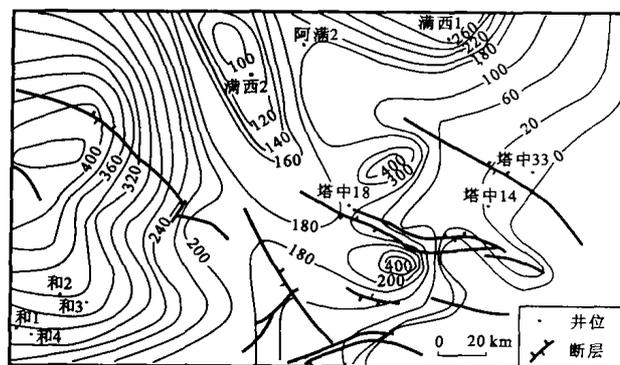


图 2 塔中地区二叠系火山岩厚度等值线

### 2.3 岩石化学特征

对中 1 井二叠系玄武岩和辉绿岩岩石成分进行分析,结果见表 2。

表 2 中 1 井火山岩岩石化学组成

样号	埋深 H/m	岩性	化合物含量 w/%								
			SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO <sub>2</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O
中-5	3540.45	玄武岩	43.53	2.39	0.36	17.09	10.70	0.17	4.66	5.90	3.25
Z1-1	5039.44	玄武岩	40.85	2.58	0.39	16.68	11.48	0.12	3.08	10.30	0.80
中-81	5040.70	辉绿岩脉	44.00	2.18	0.32	18.73	13.81	0.15	5.66	9.16	2.62
Z1-2	5044.35	安山岩	42.30	2.27	0.36	15.40	16.31	0.19	5.71	10.75	3.10

样号	埋深 H/m	岩性	微量元素含量 w/10 <sup>-6</sup>								
			w(K <sub>2</sub> O)/%	F	B	Cr	Ni	Co	V	Cu	Pb
中-5	3540.45	玄武岩	2.14	1453	21.2	110.3	55.5	47.26	116	54.0	11.0
Z1-1	5039.44	玄武岩	3.35	1017	18.0	79.2	58.8	34.7	231	51.5	9.8
中-81	5040.70	辉绿岩脉	1.31	659	5.5	156.4	76.5	43.83	127	44.3	10.7
Z1-2	5044.35	安山岩	1.34	718	6.1	74.7	74.1	49.3	213	47	6.2

由表 2 看出,岩石中的 SiO<sub>2</sub> 含量小于 45%,介于基性与超基性岩间,Na<sub>2</sub>O+K<sub>2</sub>O 含量大于 3%,4 个样品中分别为 5.39%,4.15%,3.93%和 4.44%,

属于碱性系列,但碱质较低,其中 TiO<sub>2</sub> 含量平均为 2.35%。根据岩石中不含石英、橄榄石和填间硅质玻璃特征,认为主要为大陆拉斑玄武岩。

## 2.4 岩石电性特征

对18口井火山岩的电性特征分析表明,其凝灰岩视电阻率一般为 $1\sim 6\ \Omega\cdot\text{m}$ ,玄武岩、安山岩为 $100\sim 300\ \Omega\cdot\text{m}$ ,侵入岩往往大于 $300\ \Omega\cdot\text{m}$ ,砂泥岩一般小于 $3\ \Omega\cdot\text{m}$ 。火山岩段与沉积岩段电阻率的差异为火山岩识别奠定了基础。在自然伽马曲线上,火山岩段一般为 $20\sim 40\ \text{API}$ ,各岩性段差别不大,只是凝灰岩段稍低一些,侵入岩和玄武岩等稍高,这为自然伽马曲线划分岩流组创造了条件。

## 3 岩流组的划分

### 3.1 岩流单元和岩流组的概念

来自不同火山口的火山岩和同一火山口不同喷发期的火山岩,在垂向上往往叠置在一起。本研究将一次熔岩流构成的一个冷却单元称之为一个岩流单元。为了研究方便,将一次爆发相喷出熔岩流和凝灰岩组成的冷却单元也作为一个岩流单元。

岩流组由一个或多个岩流单元组成,代表同期若干次喷发的熔岩流叠合。组成岩流组的岩流单元

大多来自不同火山口。一般情况下,两个岩流组之间较长的时间间隔,因此岩流组之间常存在较厚的沉积夹层。

### 3.2 沉积夹层的利用

沉积夹层是划分岩流组的重要依据。两期火山喷发之间一般有一个较长的时间间隔,在火山岩地层之间往往会有沉积岩。例如,阿满2井二叠系火山岩划分为5个岩流组(图3(a))。当然,沉积夹层不一定是岩流组边界,地势特别低的地方,其四周火山喷发都有可能波及到此位置,也容易形成沉积物,因此可以形成多层火山岩和沉积岩互层。如满西2井,它处于塔中隆起、巴楚断隆和满加尔坳陷中的低凸起的交汇处,受到3处构造高点火山喷发的影响,总共形成了12层火山岩,其间包括了11层沉积夹层。综合研究沉积夹层特征,并参考了邻井(阿满2井)岩流组划分情况,将有规律的火山岩和沉积岩互层作为一个岩流组,如满西2井第二、第四岩流组(图3(b))。

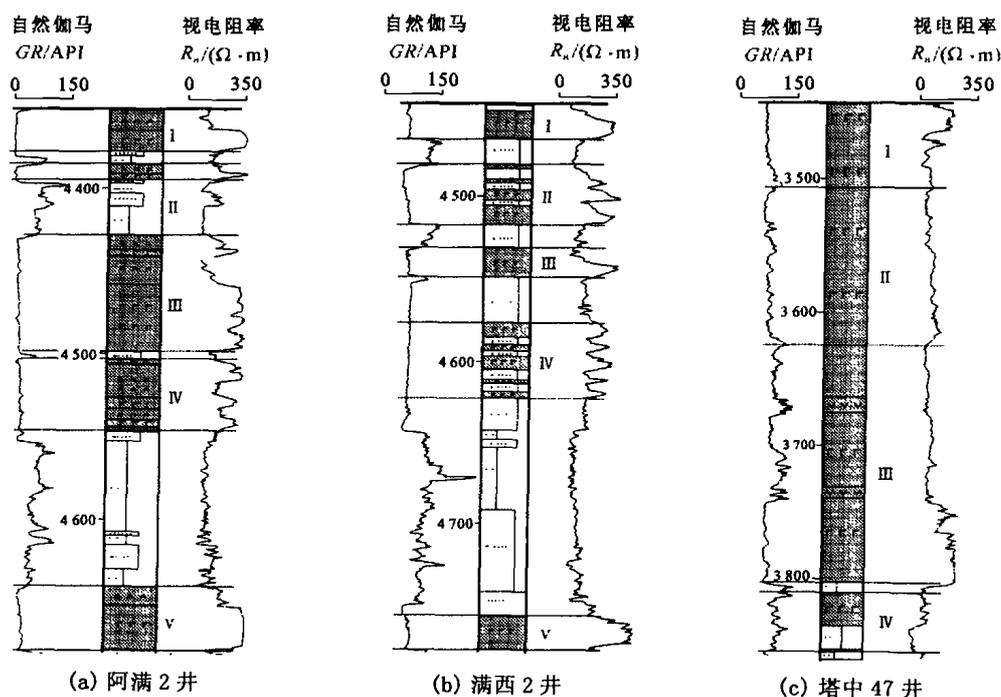


图3 塔里木盆地中部二叠系火山岩岩流组划分

### 3.3 自然伽马曲线特征

在没有沉积夹层的火山岩段可依据自然伽马曲线来划分岩流组。在构造高部位,火山喷发间歇期没有下降到水面以下接受沉积,或者曾经接受过沉积而后来又上升,沉积层全部被剥蚀,这样就导致在垂向上有多期火山岩冷却叠置在一起,这种火山岩

段可以采用自然伽马曲线来划分岩流组。同一期喷发形成的火山岩放射性是一致的,在自然伽马曲线上具有相似特征;而不同期次火山喷发的岩浆来源不同,形成火山岩物质组成有较大的差异,在自然伽马曲线上也表现出较大的差异。塔中47井二叠系火山岩自上而下有400多米厚,其中只有一个沉积

夹层,沉积夹层之下的火成岩自然可以划分为 1 个岩流组,通过对火山岩地层段自然伽马曲线特征对比,又将沉积夹层之上的火山岩划分为 3 个岩流组,这样塔中 47 井剖面可以划分为 4 个岩流组。其中第Ⅲ个岩流组中有两层安山岩,认为这两层安山岩与其上、下的玄武岩是不同源的,但总体上这一段自然伽马曲线特征相似,故将这两层安山岩也划归了第Ⅲ个岩流组(图 3(c))。

### 3.4 岩流组的划分结果

依据上述划分岩流组方法,塔中地区和 4 井可以划分为 6 个岩流组,塔中 64 井可以划分为 4 个,塔中 18 井可以划分为 4 个,塔中 37 井可以划分为 2 个,塔中 45 井可以划分为 4 个等等。因此可以确定,巴楚有 6 期火山喷发,塔中低隆存在 1~4 期,塔东地区无火山喷发。

## 4 岩流组的对比

### 4.1 地层对比单元的选择

火山岩喷发是突发事件,其厚度、产状、结构和岩相横向变化大,缺乏标准层或标志层,因此火山岩地层对比比较困难,必须选择合适的对比单元。尽管从岩心上划分岩流单元并不困难,但是要进行井间岩流单元级别的对比则十分困难。一次火山喷发形成的熔岩流流动范围在 5 km 左右,工区内钻井少,一般存在火山岩的井相距超过 5 km,有的甚至达到 20 km,因此很难将之作为岩流单元对比的依据。

同一岩流组内堆积的火山岩因其形成于同一时

期,故在其特征方面具有很大的相似性;而不同时期堆积的岩流组在其特性方面存在着一定的差异。另一方面,岩流组的特点在横向上的稳定性比较高,可进行较大范围的对比,因此,岩流组可作为火山岩分布区火山岩地层对比的基本单位。

### 4.2 岩流组对比原则

从塔中地区岩流组划分可以看出,由西北向东南方向的火山岩岩流组数目逐渐减少。火山岩地层对比应遵循如下原则。

(1)岩流组数目相同的邻井可依次对比。例如:塔中 64 井和塔中 18 井都有 4 个岩流组。

(2)岩流组数目不同的邻井,如果井间距离较大,应该采取由下向上依次对比的原则。例如:和 4 井和塔中 64 井距离大约为 20 km,处在不同构造单元上,和 4 井岩流组有 6 个,塔中 64 井只有 4 个。巴楚地区火山活动时间早,在其第三期火山活动开始的时候,塔中低隆才出现火山活动,故应采用由上向下的对比原则。

(3)如果岩流组数目不同的两井距离较近,而且处在同一构造单元上,则可以采用厚度优先的对比原则。同一构造单元受控因素基本相同,火山岩厚度大表明喷发能量强、波及范围大。

### 4.3 岩流组对比结果

根据岩流组对比原则,对和 4 井—塔中 4 井(图 4)和塔中 37—满西 1 井这两条剖面进行了火山岩岩流组的对比。

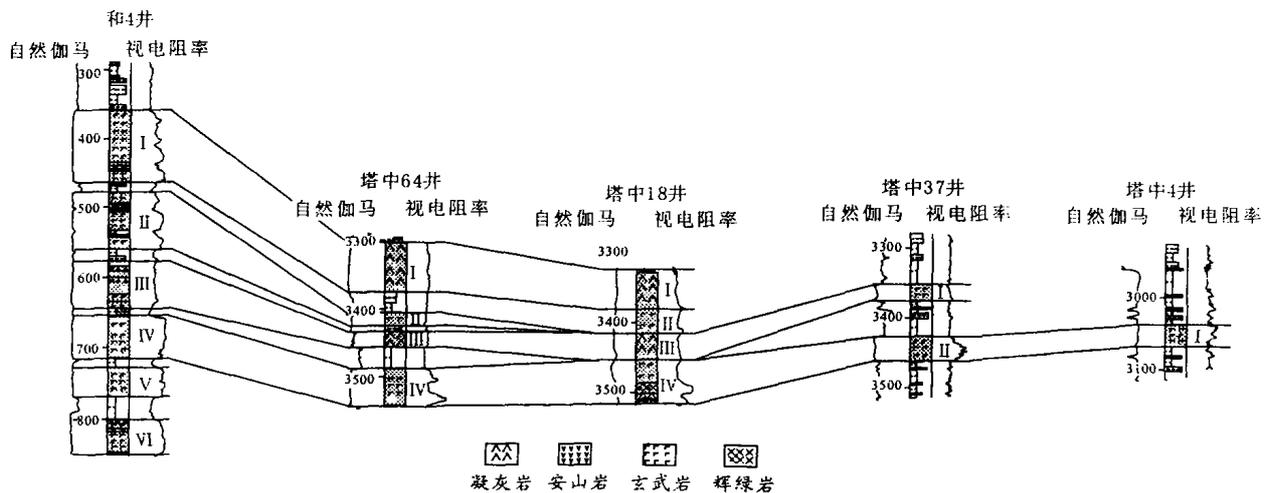


图 4 和 4—塔中 4 井二叠系火山岩岩流组对比

从图中可以看出,塔中地区二叠系火山分布具有如下规律。

(1)火山活动由西北向东南方向依次减弱,和 4 井有 6 期火山喷发,而塔中 64 井和塔中 18 井只有

4 期,到了塔中 4 井只有 1 期,塔参 1 井没有见到火山岩,说明西部开始时间早,喷发期次多,东部开始时间晚,喷发期次少。

(2)火山喷发以裂隙式喷发为主。塔中 45 井和

塔中47井处在塔中I号断裂附近,发育了巨厚的火山岩,见有4~5期火山喷发,而塔中37井和塔中10井距离深大断裂较远,只发育了少量的火山岩,有1~2期火山喷发。

## 5 火山岩对油气成藏的影响

### 5.1 火山岩与油气运移的关系

岩浆侵入或喷发使完整岩层碎断,形成许多次一级小断层及裂缝,侵入体自身的冷却收缩、自交代和岩浆期后气化热液等作用也使侵入体内外产生大量裂缝、孔洞,这些断层和裂缝可以作为油气运移的通道。

在塔中地区,火山活动伴随的深大断裂是控制大油气田形成的构造因素,它是古生界油气向上运移的主要通道。火山活动有利于古生界油气运移进入中新生界的圈闭中。目前,塔中地区发现的油藏从油气垂向运移角度来看,大致可分为两种类型:塔中4井、塔中16井、塔中24井的石炭系油藏附近(圈闭底部)都有沟通奥陶系的断裂,是以断裂为油气通道的一种类型;塔中40井、塔中47井和塔中10井圈闭附近或圈闭之上有火山岩发育,为火山通道、火成岩伴生裂隙或断裂作为垂向运移通道的类型。

侵入体的空间占位也会对油气侧向运移起到遮挡作用,原本对油气运移非常有利的张性断层,在岩浆活动中往往因岩浆侵入而堵塞油气运移通道,在油气运移的上倾方向形成遮挡而有利于油气藏的形成,如塔中18井。

### 5.2 火山岩与油气藏圈闭的关系

塔中地区二叠系火山岩可以形成古潜山型和超覆披覆型圈闭。岩浆喷发作用形成的火山岩构成局部范围的隆起,或先期的火山岩剥蚀残余形成残丘,后期的正常碎屑沉积披覆、超覆其上而形成同沉积背斜,背斜的顶部沉积物物性好于翼部或形成砂体尖灭,可形成超覆、披覆背斜圈闭(图5)。

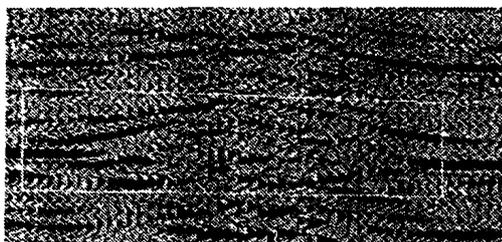


图5 地层超覆地震剖面

古潜山型圈闭在构造上位于不整合面之下,处于各构造旋回及岩浆旋回期的晚期。盆地内此种形

式的油气藏中,主要为陆上喷发的玄武岩,后因风化、淋滤等作用,物性得到改善而形成储层。另外,沉积岩在成岩过程中有机质产生的各种有机和无机酸也常常导致次生孔隙的形成。

## 6 结 论

(1)岩流单元是一次熔岩流构成的冷却单元;岩流组由同一期火山喷发形成的若干岩流单元叠置组合,代表同期若干次喷发的熔岩流叠合。火山岩地层可以利用沉积夹层和自然伽马曲线来划分岩流组。

(2)岩流组可以用来研究塔中地区火山岩的喷发期次。塔中地区西部有6期火山喷发,中部有4期火山喷发,东部无火山喷发。

(3)塔中地区二叠纪火山活动由西北向东南依次减弱,西部开始时间早,强度大,东部开始时间晚,强度小。

### 参考文献:

- [1] 邱家骧. 岩浆岩岩石学[M]. 北京:地质出版社,1985. 13-26.
- [2] 冀国盛,戴俊生,马欣本,王志云. 金湖凹陷闵北地区阜一、二段火山岩地层划分与对比[J]. 石油大学学报(自然科学版),2002,26(4):5-8.  
JI Guo-sheng, DAI Jun-sheng, MA Xin-ben, et al. Stratigraphic classification and correlation of volcanic rock in first and second segments of funing group in Jinhu Sag [J]. Journal of the University of Petroleum, China (Edition of Natural Science), 2002,26(4):5-8.
- [3] 陈汉林,杨树锋,贾承造,董传万,魏国齐. 塔里木盆地北部二叠纪中酸性火成岩带的确定及其对塔北构造演化的新认识[J]. 矿物学报,1998,18(3):370-375.  
CHEN Han-lin, YANG Shu-feng, JIA Cheng-zhao, et al. Confirmation of Permian intermediate-acid igneous rock zone and a new understanding of tectonic evolution in the northern part of the Tarim Basin[J]. Acta Mineralogica Sinica, 1998,18(3):370-375.
- [4] 贾承造,魏国齐,姚慧君,等. 盆地构造演化与区域构造地质[M]. 北京:石油工业出版社,1995. 42-103.
- [5] 徐志明,董斌. 塔中地区油气资源评价[J]. 西南石油学院学报,1998,20(4):30-34.  
XU Zhi-ming, DONG Bin. Evaluation of oil and gas resource in central Tarim Basin[J]. Journal of Southwest Petroleum Institute, 1998,20(4):30-34.

(编辑 刘艳荣)