

文章编号: 1000-0550(2006)06-0910-07

柴达木盆地西部第三系天然气成因类型分布预测

漆亚玲¹ 汪立群² 彭德华² 徐子远² 张铭杰³
张晓宝³ 马素萍³ 韩凤祥² 张瑞³

(1. 兰州大学资源环境学院地质系 兰州 730000 2. 中国石油青海油田分公司勘探开发研究院 甘肃敦煌 736200
3. 中国科学院地质与地球物理研究所气体地球化学重点实验室 兰州 730000)

摘要 根据柴达木盆地西部凹陷区气源岩分布图、母质类型分布图以及成熟度分布图, 编制了柴达木盆地西部第三系天然气成因类型分布图, 并预测了各层段不同成因类型天然气的分布范围及其变化规律。上第三系油型气主要分布于茫崖凹陷东部、阿尔金斜坡和柴西南断陷区; 上第三系煤型气主要分布于一里坪凹陷、三湖凹陷和鄂博梁—伊克雅乌汝构造带。下第三系油型气主要分布于茫崖凹陷西部和阿尔金斜坡; 下第三系煤型气主要分布于茫崖凹陷东部、一里坪凹陷和鄂博梁—伊克雅乌汝构造带。将不同时代的天然气成因类型预测图叠置后发现, 茫崖凹陷的东部和一里坪凹陷是高熟过熟阶段煤型气分布的主要区域。柴达木盆地西部第三系天然气成因类型预测图为柴西地区天然气地球化学研究和天然气勘探有利区带预测提供了科学依据。

关键词 预测 天然气成因类型分布 西部第三系 柴达木盆地

第一作者简介 漆亚玲 女 1980 年出生 硕士研究生 地球化学 气体地球化学

中图分类号 P593 **文献标识码** A

通过柴达木盆地近半个世纪的油气勘探和油气地质研究工作, 对天然气地球化学特征和成因类型^[1-3]已经有了初步的认识, 但天然气成因类型的时空分布规律尚不十分清楚, 从而对天然气资源的分布、勘探前景和勘探方向缺乏全面认识。通过大量的烃源岩地球化学研究^[3-7], 尤其是“三次资评”, 基本查明了有效烃源岩的分布、有机质丰度、类型及成熟度, 并编制了相应的图件^①。综合研究表明, 柴达木盆地西部天然气以垂向运移为主^②。因此, 柴达木盆地西部已具备了对天然气成因类型的时空分布进行预测的基本条件。本文在充分利用前人资料的基础上, 编制了不同地质时代天然气成因类型分布图, 预测了不同天然气成因类型分布范围并讨论了其天然气地质地球化学意义。

1 地质背景与烃源岩总体特征

柴达木盆地位于青藏高原北部, 其大地构造位置居古亚洲构造域和古特提斯—喜马拉雅构造域的结合部, 是在具有元古界变质结晶基底和古生界褶皱变形基底的地块上于印支运动后发育起来的一个中、新生代陆相含油气沉积盆地。根据盆地基底性质分布

的不均一性和沉积构造发展史, 断裂活动史及油气藏分布特征划分为 3 个一级单元(图 1), 即(1)北缘块断带, (2)西部坳陷区, (3)东部坳陷区。

西部坳陷区位于柴达木盆地西部, 其西北部与阿尔金山相连, 西南部与昆仑山相连, 东北部以鄂 II 南断裂为界与北缘块断带相邻, 东南部以红三旱四号、船形丘、弯梁构造东倾末端和塔尔丁断裂为界, 与东部坳陷区相邻, 面积约 36 800 km²。地层以第三系为主, 第四系保存较少, 目前发现的油田生储盖层均为第三系。根据地面资料、钻井资料、古生物资料, 结合岩性、含油性和地震反射特征, 以下至上可分为路乐河组、下干柴沟组、上干柴沟组、下油砂山组、上油砂山组和狮子沟组六套地层。柴达木盆地第三系的各个时期及盆地的不同地区, 由于古构造、古气候、古物源、古地形等条件的差异性、分割性, 使湖盆具有一个主沉积—沉降中心和多个分散的局部沉降中心, 并且随时间推移, 在构造作用影响下, 沉积—沉降中心有规律的转移(图 2)。

根据烃源岩有机碳下限值(0.4%), 以沉积相为基础, 结合岩性分析和最新地震统层厚度图, 将柴西第三系划分为六套有效烃源岩, 即路乐河组、下干柴

① 彭德华, 姜桂凤, 管全俊, 等. 柴达木盆地油气资源评价, 青海油田公司勘探开发研究院, 2002

② 青海油田公司石油地质研究所. 青海省柴达木盆地茫崖坳陷第三系成油条件与找油方向, 1978

收稿日期: 2006-04-06 收修改稿日期: 2006-09-08

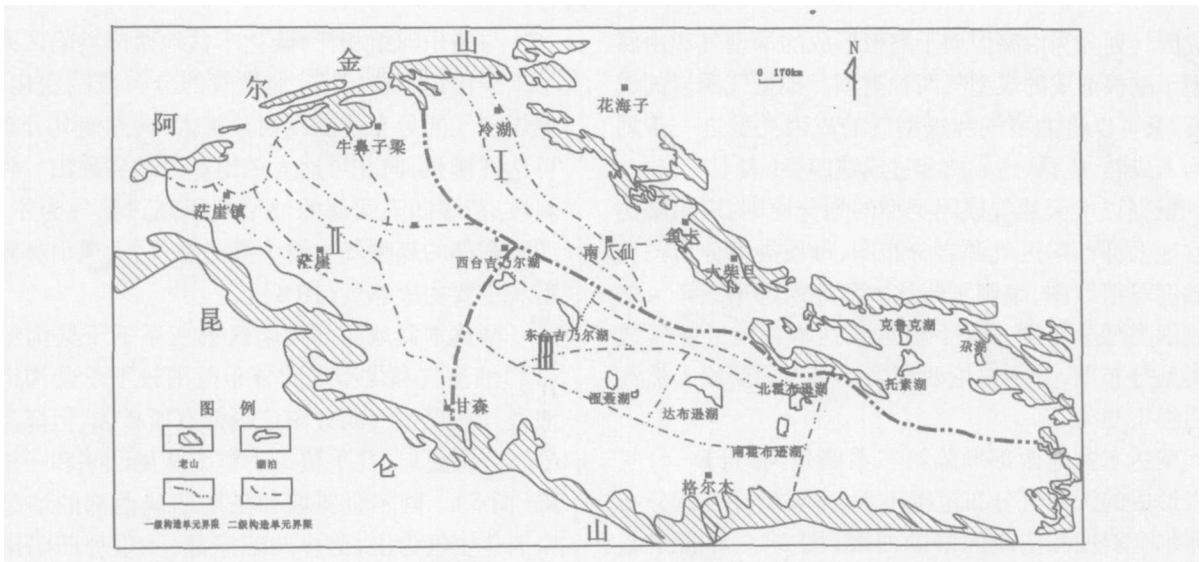


图 1 柴达木盆地构造单元
I 北缘断块带; II 西部拗陷区; III 东部拗陷区

Fig 1 Tectonic divisions in Qaidam Basin

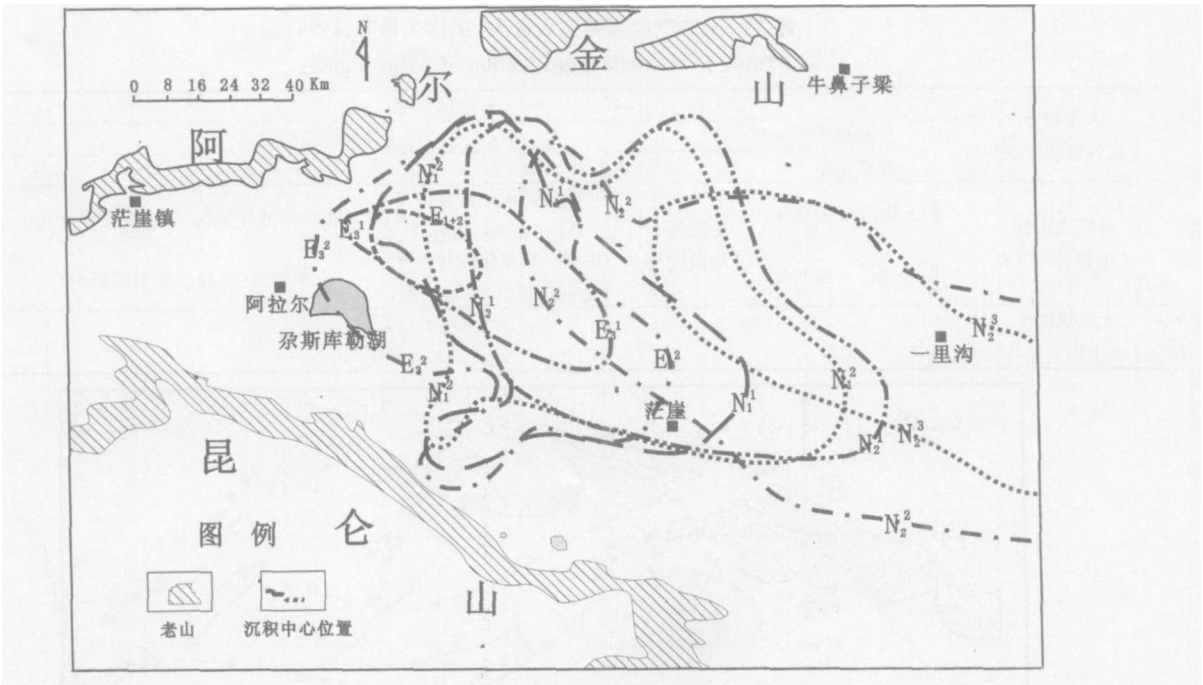


图 2 柴达木盆地西部第三系沉积中心迁移图

Fig 2 The movement of the Tertiary depocenters in the west depression in the Qaidam Basin

沟组下段、下干柴沟组上段、上干柴沟组、下油砂山组和上油砂山组。柴西第三系烃源岩以下特点: 烃源岩层系多、分布广、厚度大, 六套烃源岩叠合面积为 14 872 km², 平均厚度 2000 m, 主要分布在茫崖凹陷内; 为咸化湖泊泥岩、泥灰岩、钙质泥岩生油, 含盐度和碳酸盐含量普遍较高; 有机质丰度总体偏低, 类型中一差, 但烃转化率较高, 总烃与有机碳的比值

(H_c / C_{oc})超过了 6%的好生油岩下限值, 高达 20%左右; 纵向上老第三系烃源岩最好, 上第三系较差, 横向上以茫崖凹陷中部最好、北部较差, 与湖盆演化一致。

2 西部第三系天然气成因类型预测

根据前人研究^[8,9], 有机成因天然气可分为生物气和热成因气两大类。根据气源岩母质类型, 又可以将

热成因气划分为由腐泥型干酪根形成的油型气和由腐殖型干酪根形成的煤型气两种类型。根据气源岩的成熟度, 又可以将油型气和煤型气的成因类型进一步划分为未成熟、成熟、高成熟和过成熟四类(表 1)。

根据以上天然气成因类型的划分原则, 应用柴达木盆地西部凹陷区气源岩分布图、母质类型分布图和成熟度等值线图, 编制了柴达木盆地西部第三系天然气成因类型分布图。以下根据柴达木盆地天然气成因类型分布图, 分别讨论西部第三系不同层段天然气成因类型与分布。

柴达木盆地西部坳陷第三系路乐河组 (E_{1+2}) 气源岩形成的天然气分布范围不大, 主要呈环带状分布于阿尔金斜坡和茫崖凹陷的西部(图 3)。环带中心为高过熟的油型气, 环带周缘为成熟到高过熟的煤型气。

与路乐河组相比, 柴达木盆地西部坳陷区第三系下干柴沟组下段 (E_3^1) 油型气的分布范围变化不大, 但煤型气的分布范围则明显扩大, 向东南其分布范围可达红柳泉, 向北可达大风山鼻隆的尖顶山。阿尔金斜坡、茫崖凹陷西部的油型气以高过熟气为主, 茫崖凹陷东部的煤型气主要为高过熟气, 大风山鼻隆的煤型气主要为成熟气(图 4)。

柴达木盆地西部坳陷区第三系下干柴沟组上段 (E_3^2) 油型气和煤型气的分布范围较下干柴沟组下段油型气和煤型气的分布范围都有所扩展, 但煤型气的分布范围更广, 几乎覆盖了整个茫崖凹陷和一里坪凹陷(图 5)。阿尔金斜坡和茫崖凹陷西部的油型气以原油伴生气为主, 茫崖凹陷东部、一里坪凹陷南部的煤型气主要为高过熟气, 大风山鼻隆和一里坪凹陷北部的煤型气主要为低熟气和成熟气。

表 1 天然气成因类型划分表(据徐永昌等, 1994)

Table 1 Genetic classification of natural gases

大类划分 (成气母质来源)	成因类型						
	按有机质 特征定型	按主体外生营力定名					
		R_o %	0.3	0.6	1.3	2.0	
有机成因气 (生物成因气)	I - II _A 油型气	生物气 (细菌气)	生物-热催化过渡带气 (未-低熟油伴生)	正常原油伴生气	正常凝析油气	裂解气	
	II _B - III 煤型气		生物-热催化过渡带气 (地演化煤型油、凝析油)	热解气(常伴生煤型凝析油)		裂解气	
无机成因气 (非生物成因气)			地幔原始成因气				岩石化学成因气

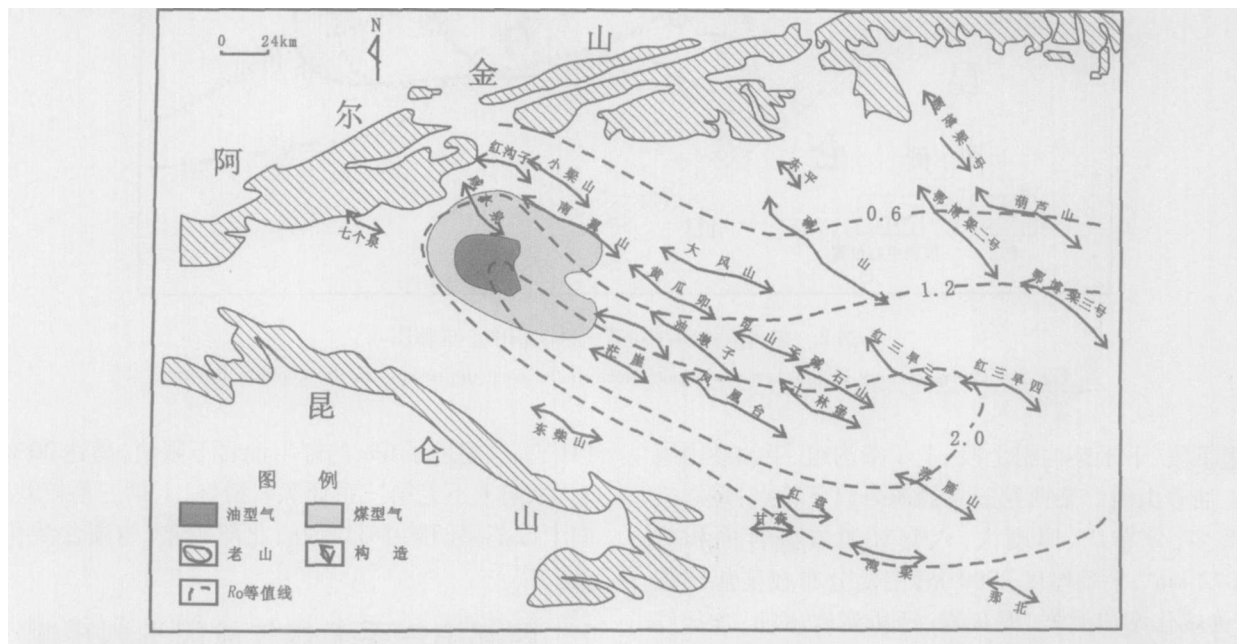


图 3 柴达木盆地西部坳陷区第三系路乐河组 (E_{1+2}) 天然气成因类型分布图

Fig 3 Sketch map showing the distribution of genetic types of natural gases from the Tertiary Luhe formation

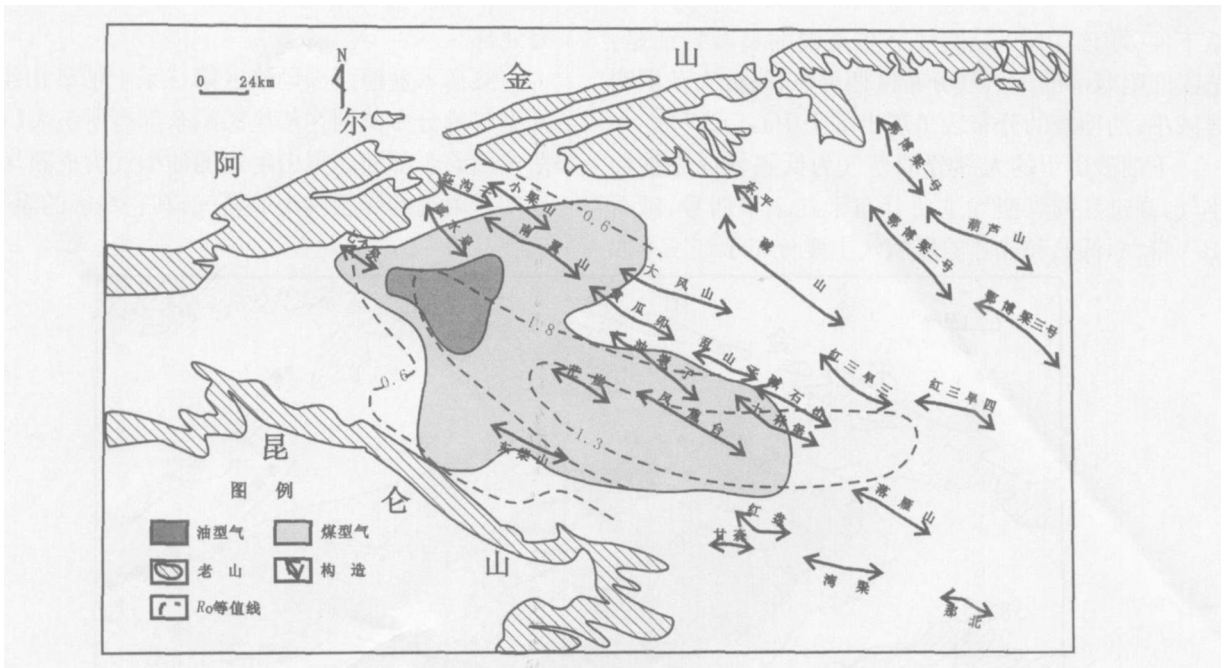


图 4 柴达木盆地西部坳陷区第三系下干柴沟组下段 (E_3^1) 天然气成因类型分布图

Fig 4 Sketch map showing the distribution of genetic types of natural gases from the lower part of the Lower Ganchaigou formation

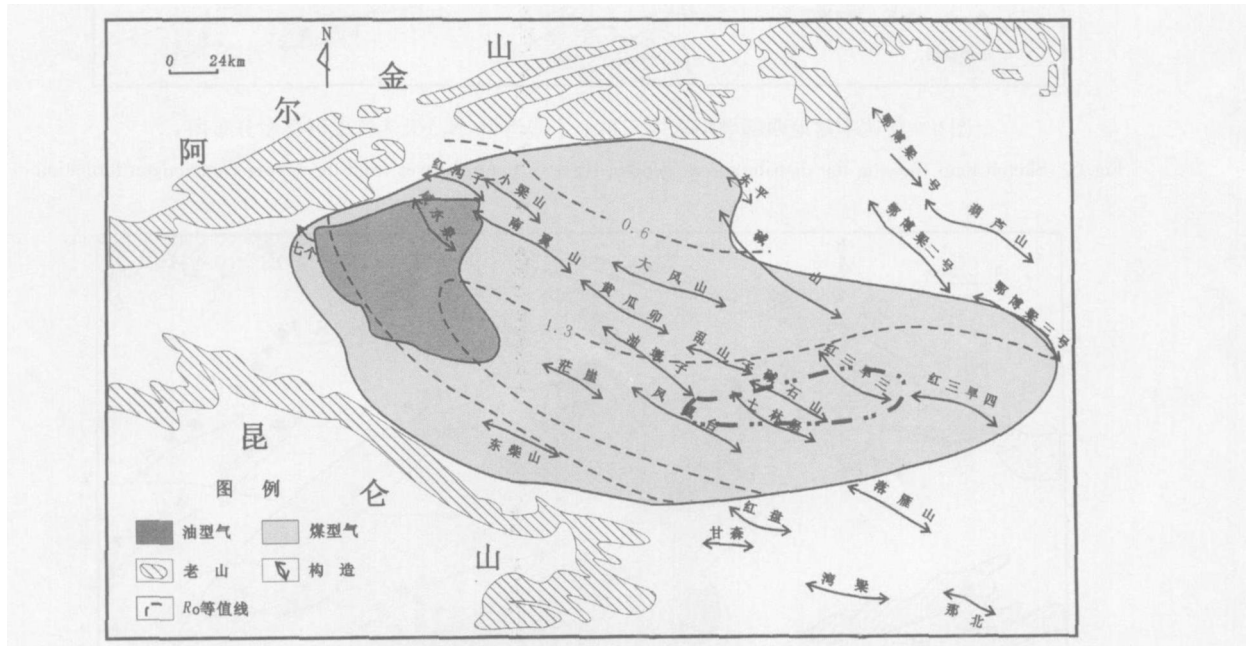


图 5 柴达木盆地西部坳陷区第三系下干柴沟组上段 (E_3^2) 天然气成因类型分布图

Fig 5 Sketch map showing the distribution of genetic types of natural gases for the upper part of the Lower Ganchaigou formation

柴达木盆地西部坳陷区第三系上干柴沟组 (N_1) 形成的油型气主要分布在茫崖凹陷和大风山鼻隆两个区域, 而煤型气则遍布整个一里坪凹陷 (图 6)。低熟和成熟的油型气主要分布于大风山鼻隆和茫崖凹

陷西部, 低熟和成熟的煤型气主要分布于红三旱四号北部, 高过熟的煤型气主要分布于红三旱四号和碱石山一带。

与上干柴沟组相比, 柴达木盆地西部坳陷区第三

系下油砂山组 (N_2^1) 天然气分布范围的显著特征是: 茫崖凹陷西部的天然气分布区西界东移, 分布范围明显减小; 油型气的分布区呈现出多个中心 (图 7)。

下油砂山组的大部分油型气为低熟气或原油伴生气, 高过熟的煤型气主要分布于红三旱四号、碱石山一带, 而低熟和成熟的煤型气主要分布于红三旱四

号北部。

柴达木盆地西部坳陷区第三系上油砂山组 (N_2^2) 油型气的分布范围在茫崖凹陷东部有所扩大 (图 8)。茫崖凹陷东部和南翼山附近的油型气为成熟气, 红三旱四号附近的煤型气为成熟气, 其它地区的煤型气为低熟气。

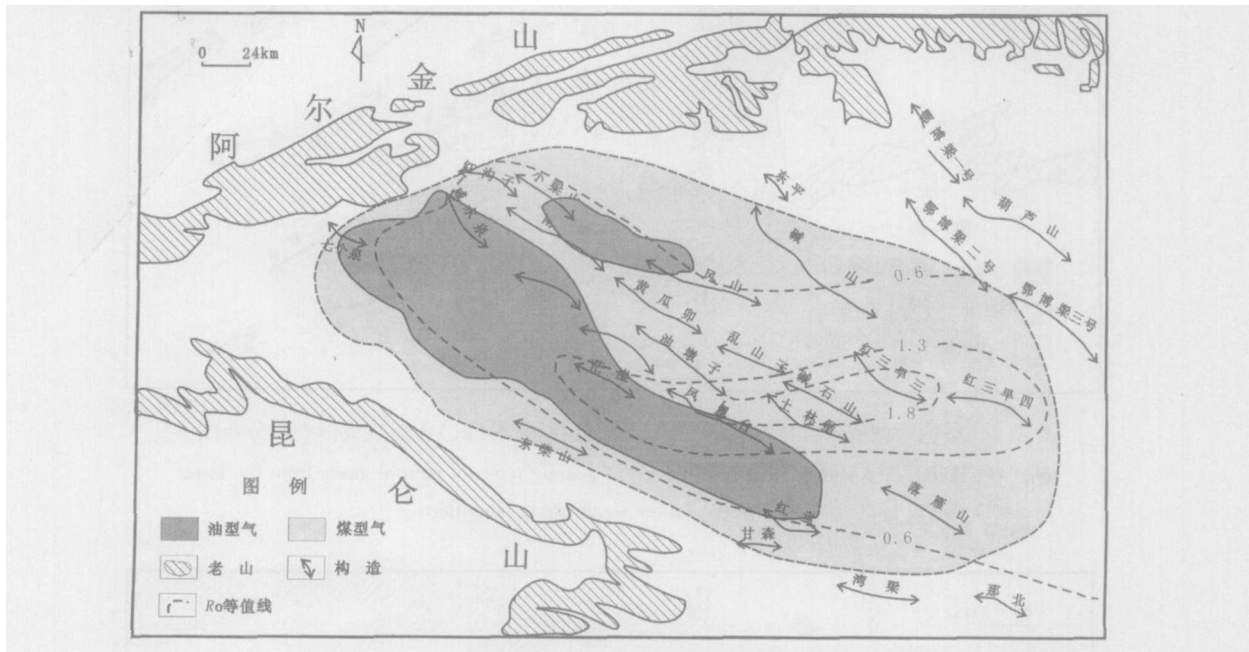


图 6 柴达木盆地西部坳陷区第三系上干柴沟组 (N_1) 天然气成因类型分布图

Fig 6 Sketch map showing the distribution of genetic types of natural gases from the Upper Ganchaigou formation

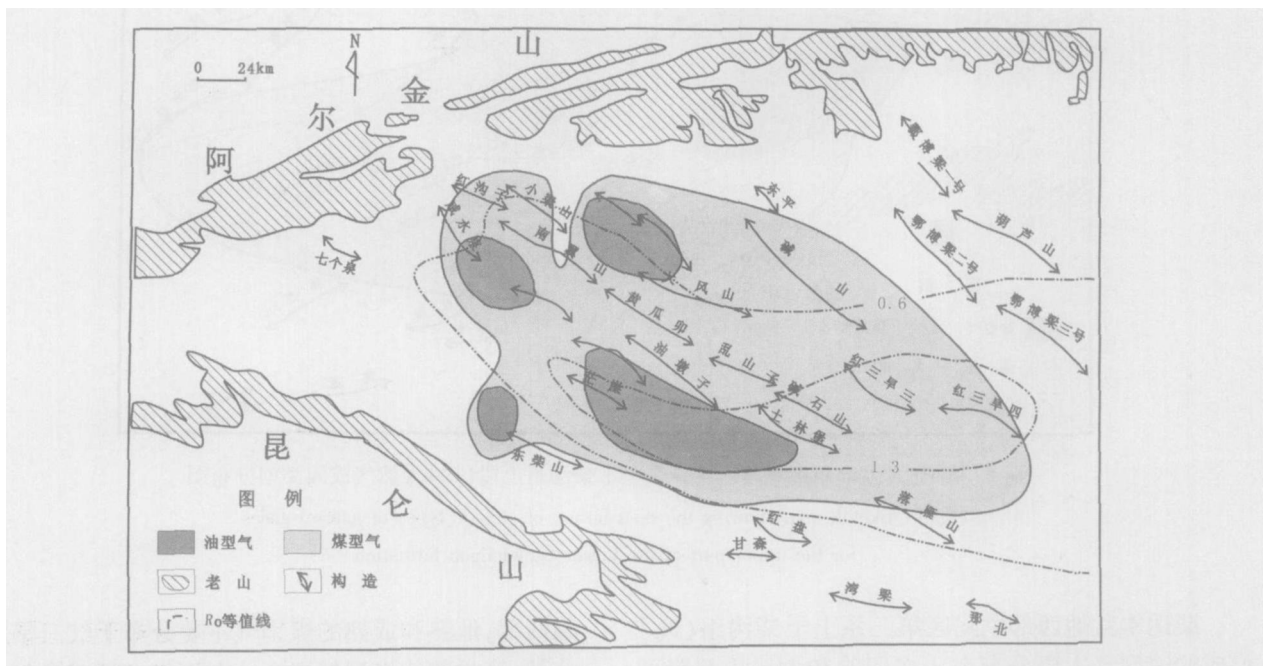


图 7 柴达木盆地西部坳陷区第三系下油砂山组 (N_2^1) 天然气成因类型分布图

Fig 7 Sketch map showing the distribution of genetic types of natural gases from the Lower Youshashan formation

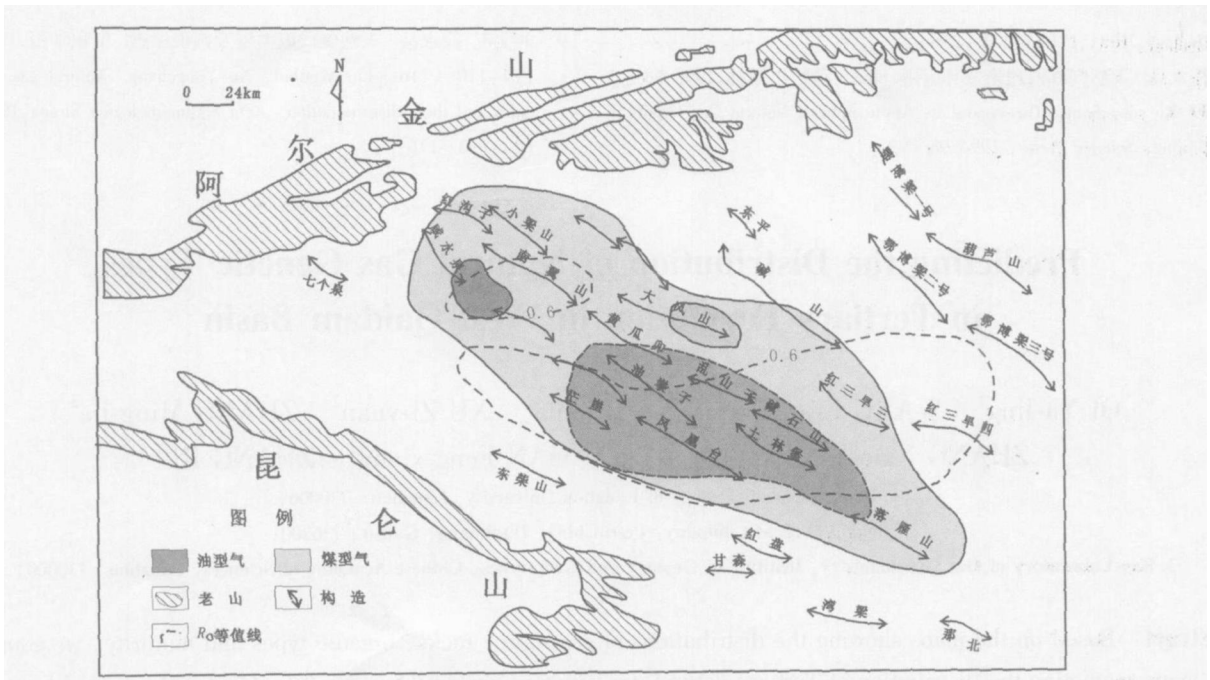


图 8 柴达木盆地西部坳陷第三系上油砂山组 (N_2^2) 天然气成因类型分布图

Fig 8 Sketch map showing the distribution of genetic types of natural gases from the Upper Youshashan formation

3 不同成因类型天然气分布预测

根据柴达木盆地西部第三系天然气成因类型预测图, 对该区天然气成因类型与分布进行了预测。上第三系油型气主要分布于茫崖凹陷东部、阿尔金斜坡和柴西南断陷区; 上第三系煤型气主要分布于一里坪凹陷、三湖凹陷和鄂博梁—伊克雅乌汝构造带。下第三系油型气主要分布于茫崖凹陷西部和阿尔金斜坡; 下第三系煤型气主要分布于茫崖凹陷东部、一里坪凹陷和鄂博梁—伊克雅乌汝构造带。将不同时代的天然气成因类型预测图叠置后发现, 茫崖凹陷的东部和一里坪凹陷是高熟过熟阶段煤型气分布的主要区域。除了在部署勘探以前对探区天然气成因类型进行预测而外, 天然气成因类型分布图还可以 (1) 预测天然气有利勘探区域, (2) 作为气源对比的基础图件, (3) 解释天然气多元复合现象。

参考文献 (References)

- 戴金星, 裴锡古, 戚厚发. 中国天然气地质学 (卷二), 北京: 石油工业出版社, 1996 82~205 [Dai Jinxing, Pei Xigu and Qi Houfa. Geology of Natural Gas in China. Beijing: Petroleum Industry Press, 1996. 82~205]
- 张晓宝, 胡勇, 马立元, 等. 柴达木盆地西部第三系盐湖相天然气碳同位素特征成因与分布, 中国科学 (D 辑), 2002 32(7): 558~608 [Zhang Xiaobao, Hu Yong, Ma Liyuan, et al. Carbon isotope

characteristics, origin and distribution of the natural gas from the Tertiary salty lacustrine facies in the west depression region in the Qaidam Basin. Science in China (Series D), 2002 32(7): 558~608]

- 黄杏珍, 邵宏舜, 顾树松. 柴达木盆地的油气形成与寻找油气田方向. 兰州: 甘肃科技出版社, 212~341 [Huang Xingzhen, Shao Hongshun and Gu Shusong. Formation and Area for Finding Oil and Natural Gas in the Qaidam Basin. Lanzhou: Gansu Science and Technology Press, 1993. 212~341]
- 金强, 查明, 赵磊. 柴达木盆地西部第三系盐湖相有效生油岩的识别, 沉积学报, 2001 19(1): 125~135 [Jin Qiang, Cha Ming and Zhao Lei. Recognition of the efficient source rock from the Tertiary salty lacustrine facies in the West depression region in the Qaidam Basin. Acta Sedimentologica Sinica, 2001, 19(1): 125~135]
- 朱扬名, 苏爱国, 梁狄刚, 程克明, 彭德华. 柴达木盆地原油地球化学特征及其源岩时代判识. 地质学报, 2003 77(2): 272~279 [Zhu Yangming, Su Aiguo, Liang Digang, Cheng Keming and Peng Dehua. Geochemical characteristics and age of crude oils in the Qaidam Basin. Acta Geologica Sinica, 2003 77(2): 272~279]
- 王明儒. 柴达木盆地中生代三大含油气系统及其勘探焦点, 西安石油学院学报 (自然科学版), 2001, 16(6): 9~12 [Wang Mingru. The three main petroleum systems of the Mesozoic and Cenozoic and their exploration targets in the Qaidam Basin, Journal of Xi'an Shiyou College (Natural Science), 2001, 16(6): 9~12]
- 妥进才, 邵宏舜, 黄杏珍. 湖相碳酸盐生油岩及其有机地球化学特征—以柴达木盆地第三系为例, 石油实验地质, 1995 17(3): 273~276 [Tuo Jincai, Shao Hongshun and Huang Xingzhen. Lacustrine carbonate source rock and its organic geochemical characteristics: an example from the Tertiary in the Qaidam Basin. Experimental Petroleum Geology, 1995 17(3): 273~276]

- 8 徐永昌. 天然气成因理论及其应用. 北京: 科学出版社, 1994. 98~99 [Xu Yongchang. Theory and Its Application of Natural Gas Origin. Beijing: Science Press, 1994. 98~99]
- 9 刘文汇, 徐永昌. 天然气成因类型及判别标志. 沉积学报, 1996. 14

- (1); 110~116 [Liu Wenhui, Xu Yongchang. Natural gas genetic types and their discrimination. Acta Sedimentologica Sinica. 1996. 14 (1); 110~116]

Predicting the Distribution of Natural Gas Genetic Types in Tertiary Formation in West Qaidam Basin

QI Y a ling¹ WANG Li qun² PENG De hua² XU Zi yu an² ZHANG M ing jie³
ZHANG X iao bao³ M a S t u p i n g³ HAN F eng x iang² ZHANG R i

(1 Department of Geology of Lanzhou University Lanzhou 730000)

(2 Qinghai Oilfield Company PetroChina Dunhuang Gansu 736200)

(3 Key Laboratory of Gas Geochemistry Institute of Geology and Geophysics Chinese Academy of Sciences Lanzhou 730000)

Abstract Based on the maps showing the distributions of gas source rocks, organic types and maturity, we compiled the maps predicting the distribution of Tertiary natural gas genetic types in the west of the Qaidam basin and forecasted the distribution and variation of genetic types of natural gases from stratigraphically different members.

The Upper Tertiary oil type gas is mainly positioned in the east of the Mangai depression, the Ailin slope and the Southwestem faulted depression, while the Upper coal type gas in the Yiliping depression, the Sanhu depression and the Erboliang-Yikekawuru structural belt.

The Lower Tertiary oil type gas is mainly positioned in the west of the Mangai depression and the Ailin slope, while the Lower coal type gas in the east of the Mangai depression, the Yiliping depression and the Erboliang-Yikekawuru structural belt.

Overlapping the maps, we will find that the east of Mangai depression and the Yiliping depression are the area where the high and overmature coal-type gases are mainly located.

The maps lay a scientific foundation for researching natural gas geochemistry and predicting the prospecting area of natural gas exploration.

Key words prediction, distribution of natural gas genetic types, Tertiary, Qaidam basin