

献给中国西部大开发
中国西部油气地质进展丛书

中国西部油气地质

WEST CHINA PETROLEUM GEOSCIENCES



2007 **1**

中国石化西部新区勘探指挥部
中国石化石油勘探开发研究院西部分院 主编
中国地质学会石油地质专业委员会
石油工业出版社 出版

编者的话

石油是国民经济的血液,油气是国家重要的战略资源。2005年6月16日至19日,中共中央政治局委员、国务院副总理曾培炎在新疆考察期间指出:“……今后5至10年,要坚定不移地贯彻‘稳定东部,发展西部’的油气发展方针,努力把新疆建设成全国最大的油气生产基地和西部重要的石油化工基地。”曾副总理提出:“……大力推进油气勘探科技创新。新疆地质条件复杂,勘探开发难度大。中石化、中石油两大公司要认真总结经验,积极探索,加大科研力度,力争在找油理论和勘探技术上取得新的突破。”为进一步加强我国西部油气勘探开发科技成果的交流,进一步加速西部科技成果在生产上的转化应用,进一步快速提供我国西部油气勘探开发科技信息,特编辑《中国西部油气地质》系列文集,拟每年定期组织4辑,由石油工业出版社出版。所刊论文,主要是生产、科研人员近年来在油气地质勘探开发生产、科研中的最新成果。本系列文集要旨:面向西部勘探实践,展示优秀成果,瞄准油气学科前沿,搭建学术争鸣平台,为我国西部大开发作贡献。

图书在版编目(CIP)数据

中国西部油气地质. 2007. 第1辑 / 李丕龙主编.

北京: 石油工业出版社, 2007. 3

(中国西部油气地质进展丛书)

ISBN 978-7-5021-6075-3

I. 中…

II. 李…

III. ①石油天然气地质-研究-西北地区

②石油天然气地质-研究-西南地区

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 067905 号

《中国西部油气地质》编委会

主 编：李丕龙

副主编：冯建辉 何治亮 翟晓先 赵殿栋

武恒志 宋国奇 高长林(常务)

编 委：(按姓氏笔画排序)

王 华	王生朗	王炳章	王离迟	冯建辉	刘文汇
刘传虎	李丕龙	宋国奇	牟泽辉	何治亮	陈 祥
陈文礼	陈惠超	张传林	张洪安	张柏桥	张昌明
张哨楠	吴金才	段昆荣	庞雄奇	郑和荣	武恒志
侯建国	赵殿栋	郝 芳	柳益群	查 明	郭 建
俞仁连	钱一雄	顾 忆	秦顺亭	阎相宾	黄太柱
康玉柱	翟晓先	蔡立国	漆立新	樊太亮	冀登武

《中国西部油气地质》编辑部

地 址：新疆乌鲁木齐高新区钻石城 11 号银通大厦 2 楼

中国石化石油勘探开发研究院西部分院

邮政编码：830011

电 话：(0991)3673025

传 真：(0991)3673020

E-mail: zgxyqdz@xbxq.com, xbyd@chinajournal.net.cn, zgxyq@sina.com

中国西部油气地质

ZHONGGUO XIBU YOUQI DIZHI

2007年 第3卷 第1辑

目 录

【专家论坛】

中国主要构造体系及控油作用研究 康玉柱(001)

【油气地质】

车—莫古隆起形成演化与油气分布 张福顺 余滢帆 朱允辉 夏忠谋(009)

准中地区侏罗系层间断层特征 贾庆素 陈昭年 尹 伟(017)

天山南地区前中生界油气成藏条件与勘探前景 于慧玲 马慧民 王蓉英(022)

塔里木盆地巴楚达板塔格鹰山组上部的风暴岩分析 郭书元 钱一雄 陈强路 尤东华(027)

流体超压及其对油气初次运移的意义 孙自明(031)

川西地区须家河组异常高压分布与油气富集 罗啸泉 宋 进(035)

查干凹陷火山岩岩电关系 缪春晖 陈昭年 陶国强 李令喜(041)

鄂尔多斯盆地志丹地区三叠系油藏类型研究 蒙晓灵 赵靖舟 武富礼 王建民(045)

白碱滩油田六中区克下组储层综合评价 黄彦庆 张昌民 侯读杰 张民伟 张尚锋 汤 军(049)

柴达木盆地东部地区中、下侏罗统储层特征 吴丽荣 黄成刚 李建明(053)

中伊朗盆地 Kashan 地区库姆组储层特征研究 张志敬 刘树根 张长俊 徐国盛(058)

高邮凹陷瓦庄东地区断层封闭性多方法对比研究
..... 李储华 刘启东 陈平原 杨立干 徐 健 罗龙玉 杨芝文(065)

【技术方法】

准噶尔盆地腹部低孔低渗油气层的测井评价 于文芹(069)

塔河油田 4 区鹰山组碳酸盐岩储层测井识别 伍文明 李海鹏 杨 露 康志宏(074)

偏移技术概述 王 洁 马永生 张铁强(079)

储层流体特征及 AVO 地震响应分析 刘亚茹(085)

西部新区地震勘探辅助数据标准 SPS/SPS+ 系统及其应用 何晓冬 刘文奎 余滢帆 徐国栋 张庆民(090)

【油气田开发】

缝洞型碳酸盐岩油藏内流体流动问题初探 陈志海 唐兰芳 常铁龙 王忠东(094)

大涝坝气田上苏维依组水侵特征及动态分析 陈擎东 黄春建 刘 纯 李 川(100)

缝洞型油藏储集空间连通关系和开发特征初探 修乃岭 熊 伟 高树生 孙玉平 杨前雄(105)

缝洞型碳酸盐岩油藏缝洞单元的数值模拟研究 罗 娟 陈小凡 王 雷 陈朝晖(108)

迪那 2 异常高压深层气藏酸化表皮系数研究 卢 聪 郭建春 杨海玉 陈红军(112)

利用不同技术方法进行压裂滤失系数分析 才 博 王 欣 蒋廷学 舒玉华 吕雪晴(116)

封面图片 天山北坡塔西河侏罗纪地貌 郝 沛 摄

WEST CHINA PETROLEUM GEOSCIENCES

Vol. 3, No. 1, 2007

CONTENTS

【Scientist Forum】

The Main Tectonic Systems and Their Controls on Petroleum Resource in China Kang Yu-zhu(001)

【Oil and Gas Geology】

Tectonic Evolution of Chepaizi-Mosuowan paleo-uplift and its Hydrocarbon Distribution

..... Zhang Fu-shun, Yu Yingfan, Zhu Yun-hui, Xia Zhong-mou(009)

Characteristics of Jurassic Interlayer Faults in the Central of Junggar Basin Jia Qing-su, Chen Zhao-nian, Yin Wei(017)

Conditions of Pre-Mesozoic hydrocarbon Accumulation and Analysis of Favorable Exploration Targets in South-Tianshan Block

..... Yu Hui-ling, Ma Hui-min, Wang Rong-ying(022)

Analysis of Tempestite of Upper Yingshan Formation on the Outcrop of Dabantage in the Bachu Area, Tarim Basin

..... Guo Shu-yuan, Qian Yi-xiong, Chen Qiang-lu, You Dong-hua(027)

Research of Overpressured Fluid and its Significance on Primary Migration for Hydrocarbon Sun Zi-ming(031)

Distribution Characteristics of Abnormal High Pressure of Xujiache Formation in the Western Sichuan

..... Luo Xiao-quan, Song Jin(035)

The Relationship between Lithology and Logging of Volcanic Rocks in Cha-gan Depression

..... Miao Chun-hui, Chen Zhao-nian, Tao Guo-qiang, Li Ling-xi(041)

Study of the Triassic reservoir Types in Zhidan Oil-field, South Ordos Basin

..... Meng Xiao-ling, Zhao Jing-zhou, Wu Fu-li, Wan Jian-min(045)

Evaluation of Reservoir of the Lower Karamay Formation in the Central Part of No 6 Block of Baijiantan Oilfield

..... Huang Yan-qing, Zhang Chang-min, Hou Du-jie, Zhang Min-wei, Zhang Shang-feng, Tang Jun(049)

Characteristics of Middle and Lower Jurassic Reservoirs in East Qaidam Basin

..... Wu Li-rong, Huang Cheng-gang, Li Jian-ming(053)

Reservoir Characteristics of Qom Formation in Kashan Area, the Central Iranian Basin

..... Zhang Zhi-jing, Liu Shu-gen, Zhang Chang-jun, Xu Guo-sheng(058)

Synthetic Study of Fault Sealing Property in Wazhuangdong Area, Gaoyou Sag

..... Li Chu-hua, Liu Qi-dong, Chen Ping-yuan, Yang Li-gan, Xu Jian, Luo Long-yu, Yang Zhi-wen(065)

【Technology】

Logging Evaluation of Reservoirs with Low Porosity and Low Permeability in the Hinterland of the Junggar Basin

..... Yu Wen-qing(069)

Logging Identification of Yingshan Group Carbonate Reservoir in block 4 of Tahe Oilfield

..... Wu Wen-ming, Li Hai-peng, Yang Lu, Kang Zhi-hong(074)

A Rough Review of Migration Technique Wang Jie, Ma Yong-sheng, Zhang Tie-qiang(079)

Flow Character of Reservoir and Analysis of AVO Responses Liu Ya-ru(085)

Seismic Processing Support Format for Land Surveys SPS/SPS⁺ System and its Application in the Western New Area

..... He Xiao-dong, Liu Wen-kui, Yu Ying-fan, Xu Guo-dong, Zhang Qing-min(090)

【Oil and Gas Development】

Discussion on Fluid flow in Fractured-vuggy Carbonate Reservoirs

..... Chen Zhi-hai, Tang Lan-fang, Chang Tie-long, Wang Zhong-dong(094)

Characteristics of Water Cutting in upper Shuweiyi Formation in Dalaoba Gas Field

..... Chen Qing-dong, Huang Chun-jian, Liu Chun, Li Chuan(100)

Discussion on Connecting Relation among Pore Spaces and Producing Characteristic of Fracture-vuggy Reservoirs

..... Xiu Nai-ling, Xiong Wei, Gao Shu-sheng, Sun Yu-ping, Yang Qian-xiong(105)

Study on the Numerical Simulation of Carbonate Fracture-cavity System in Tahe Oilfield

..... Luo Juan, Chen Xiao-fan, Wang Lei, Chen Zhao-hui(108)

Study of Skin factor of DN2 Gas Reservoir with Abnormal High Pressure in Deep Formation during Acidizing

..... Lu Cong, Guo Jian-chun, Yang Hai-yu, Cheng Hong-jun(112)

Loss Coefficient Analysis Using Different Methods Cai Bo, Wang Xin, Jiang Ting-xue, Shu Yu-hua, Lv Xue-qing(116)

中国主要构造体系及控油作用研究

康玉柱

(中国石化西部新区勘探指挥部, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要:著名地质学家李四光教授提出,中国主要发育有四大构造体系,即:新华夏构造体系、西域构造体系、纬向构造体系及青藏反“S”型构造体系。通过几十年油气勘探和研究,进一步认识到这四大构造体系将中国大陆分成了三大构造域(东部构造域、西北构造域和西南构造域)和四个带(自北而南:北带、中带、中南带及南带),这些构造体系的复合或联合,控制了含油气盆地的形成和演化,盆内二、三级正向构造带控制油气分布,低级次扭动构造带控制油气田。

关键词:构造体系;隆起带;沉降带;盆地;油气田



1 巨型构造体系控制盆地形成

多年来,在运用地质力学理论的实践中,进一步认识到中国主要有四大巨型构造体系——新华夏构造体系、西域构造体系、青藏反“S”型构造体系和纬向构造体系。这四大构造体系将中国大陆东西分为三大构造域:东部构造域、西北构造域和西南构造域;南北分为四大构造带:北带、中带、中南带和南带。这些巨型构造体系的复合,造就了若干个古生代—中、新生代含油气盆地形成(图1)。

1.1 新华夏构造体系

1.1.1 分带性清楚

新华夏构造体系是中国东部和东亚太平洋地区一个规模宏大的“多”字型构造,其走向为NNE向($18^{\circ} \sim 25^{\circ}$),由四条巨型隆起带和三个巨型沉降带构成。

第一条巨型隆起带自北而南由俄罗斯千岛群岛、日本群岛、琉球群岛、台湾岛、吕家岛和巴拉旺岛等组成,其西由鄂霍茨克海、日本海、黄海、东海和南海等构成一条巨大沉降带(简称第一沉降带);第二条巨型隆起带自北而南由锡霍特拉岭山带、朝鲜半岛和武夷山等褶皱山脉组成,其西侧由松辽、华北、江汉和北部湾盆地构成第二沉降带;第三个巨型隆起带自北而南

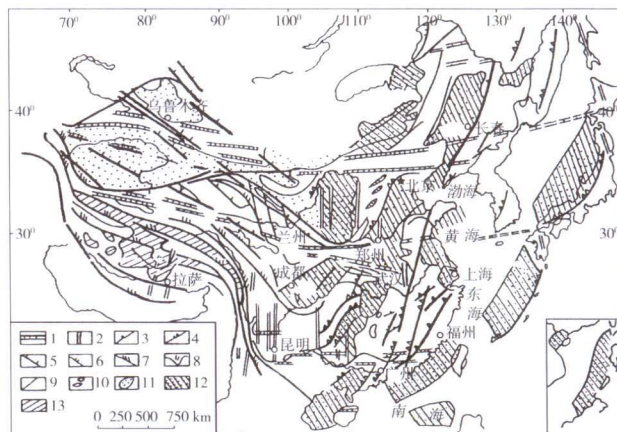


图1 中国大陆及邻区海域构造体系及油区分布示意图
(据孙殿卿修改^[1])

Fig.1 Schematic map of tectonic systems and distribution of petroleum provinces in continent and surrounding offshore of China

1—纬向构造体系;2—经向构造体系;3—华夏系;4—新华夏系;5—西域系;
6—河西系;7—青藏滇缅反“S”型构造;8—“山”字型及弧形构造;9—其他构造;
10—“多”字型盆地;11—西域构造体系控制的油区;12—新华夏构造体系控制的油区;
13—帕米尔—喜马拉雅反“S”型构造体系控制的油区

由大兴安岭、太行山和贵州高原东部地区的褶皱带组成,隆起带西侧,由海拉尔、二连、鄂尔多斯和四川等盆地构成第三沉降带;第四个巨型隆起带自北而南由奥列尼克、外贝加尔、温都尔汗、贺兰山和龙门山等褶皱隆起带组成。

1.1.2 构造体系特征

该体系主要形成于中、新生代,各带广大地区发育有前古生界、古生界及中、新生界沉积和不同时期的岩浆岩。第一沉降带以古近—新近系发育齐全、厚

收稿日期:2006-11-07 文章编号:5021-6075(2007)01-0001-08

作者简介:康玉柱(1936-),男(满族),教授级高级工程师,中国工程院院士。主要从事石油勘探部署和地质综合研究。

地址:(830011)新疆维吾尔自治区乌鲁木齐市高新区昆明路2号,电话:0991-3662056

度大,并以海相沉积为特征,第二、三沉降带以中、新生代地层发育齐全;各带均受到纬向构造体系影响和干扰,形成各样的复合接触样式,使其总体呈 NNE 向发生转折;新华夏构造体系 NNE 的褶皱带和压扭性断裂及其伴生的 NWW 向一系列张性断裂,在水平方向显示了一个巨大的“多”字型构造。每个褶皱带内的二级构造往往显示为“多”字型排列或雁行排列。新华夏构造体系活动时间较早,但主要活动时期为中、新生代,在其成生发展过程中,火山活动频繁而强烈,既有侵入也有喷发,且某些部位迄今仍在继续活动,特别是第一隆起带和沉降带^[1,2]。

1.2 西域构造体系

由一系列等距、彼此平行、大型的 NWW 向(270° ~ 310°)复合构造带组成。每一个复合构造带都有漫长的成生发展历史,元古宙已萌芽,古生代为主要活动时期,中、新生代仍有活动,且以大型压扭性断裂和大型复式褶皱组织的隆起带为主体,南西侧往往发育一系列呈“多”字型排列的沉降带(盆地)。这些 NWW 向构造带曾发生过显著的右行扭动。自北而南划分四个一级隆起构造带和相应的四个大型沉降带^[1,3](图 2)。即:①额尔齐斯—恰乌卡尔隆起带;②乌伦古—三塘湖沉降带(盆地);③克拉美丽—黑居山隆起带;④准噶尔—吐哈—河西走廊沉降带(盆地);⑤博罗霍洛—祁连隆起带;⑥塔北—柴达木沉降带(盆地);⑦巴楚—奇漫塔格隆起带;⑧塔西南—库木库里沉降带(盆地)。

1.3 青藏反“S”型构造体系

该构造体系主要分布在我国西南地区(图 3),形成于新生代,由头部、中部和尾部组成一个复杂巨大的构造体系。头部一般都显示强烈的旋扭现象,组成头部的褶皱带往往曲度很大,而它的尾部曲度较舒缓,它的中部一般与经向构造体系大致复合在一起。

该反“S”型构造体系从环帕米尔高原到喜马拉雅东头的许多褶皱和断裂等同属这个巨型反“S”型构造体系。头部为帕米尔高原及外围地区,其主体是喀拉昆仑山、冈底斯山、雅鲁藏布江一带和喜马拉雅山。它包括几条大型断裂带:①昆仑南缘深断裂带;②金沙江断裂带;③班公—怒江断裂带;④雅鲁藏布江断裂带。该构造体系控制了青藏高原诸盆地的形成^[3,4]。

1.4 纬向构造体系

该构造体系出现于前震旦纪,具有长期活动的特征。它包括若干巨型复杂东西向构造带,每个复杂东西向构造带自成一个体系,其主体走向为 EW 向,由各种褶皱带挤压断裂带构成。它的生成和发展过程几乎经历了多次大的构造运动,但每期由于应力集中不连续性,往往呈阶段性。因此,它与别的构造体系常出现复合或联合交接的现象。如天山—阴山纬向构造带、昆仑—秦岭纬向构造带和南岭纬向构造带等属于这个巨型构造体。

各巨型构造体系的生成和演化及对盆地的控制作用明显(表1和表2)。

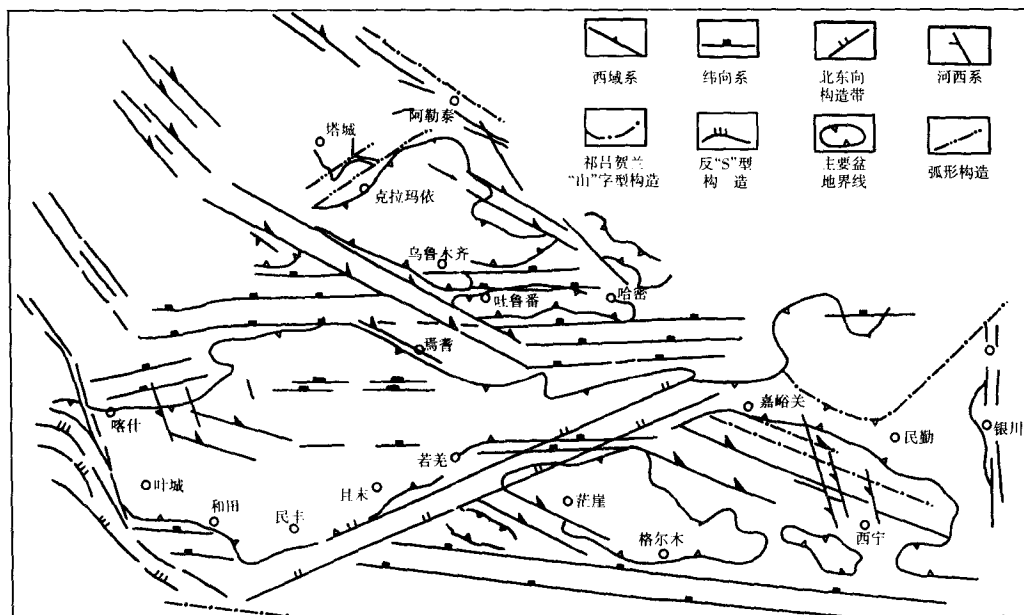


图 2 中国西北地区构造体系略图

Fig.2 Schematic map showing the structural systems in Northwest China

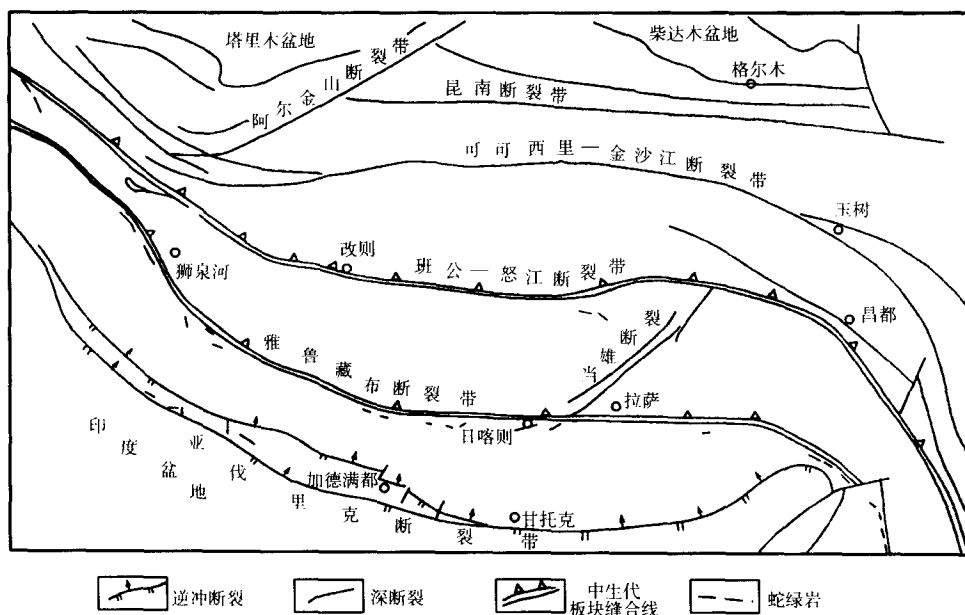


图3 青藏地区主干断裂分布图(据王希斌等修改)

Fig.3 Distribution of main faults in Qinghai-Tibet area

表 1 中国含油气盆地演化简表

Table 1 Simplified table of petroleum basins in China

地质时代		构造阶段及地块活动		构造体系演化				主要含油气盆地形成						
新生代	第四纪	喜马拉雅构造阶段	新生代发育阶段					塔里木盆地	东海弧后盆地	准噶尔前陆盆地	柴达木盆地			
	新近纪			喜马拉雅运动晚期									松辽、华北、江汉裂谷	塔里木盆地
	古近纪			喜马拉雅运动中期									塔里木盆地	
中生代	白垩纪			喜马拉雅运动早期				塔里木盆地	东海弧后盆地	准噶尔前陆盆地	柴达木盆地			
	侏罗纪			燕山运动晚期									塔里木盆地	
	三叠纪			燕山运动中期									塔里木盆地	
中生代				燕山运动早期				塔里木盆地	东海弧后盆地	准噶尔前陆盆地	柴达木盆地			
				印支运动									塔里木盆地	
	二叠纪			海西运动末期									塔里木盆地	
	石炭纪			海西运动晚期									塔里木盆地	
中生代	泥盆纪			海西运动中期				塔里木盆地	东海弧后盆地	准噶尔前陆盆地	柴达木盆地			
				海西运动早期									塔里木盆地	
早古生代	志留纪	加里东构造阶段	古陆块分裂及陷陷阶段	加里东运动晚期				塔里木盆地	东海弧后盆地	准噶尔前陆盆地	柴达木盆地			
	奥陶纪			加里东运动中期									塔里木盆地	
	寒武纪			加里东(兴凯)运动早期									塔里木盆地	
早古生代	震旦纪							塔里木盆地	东海弧后盆地	准噶尔前陆盆地	柴达木盆地			
													塔里木盆地	
早古生代	青白口期	晋宁阶段	陆壳形成阶段	晋宁(塔里木)运动	纬向系	西域系	新华夏系	青藏高原反“S”型系	塔里木盆地	东海弧后盆地	准噶尔前陆盆地	柴达木盆地		
	蓟县期												塔里木盆地	
	南口期												塔里木盆地	
早古生代	长城期							塔里木盆地	东海弧后盆地	准噶尔前陆盆地	柴达木盆地			
													塔里木盆地	
早古生代	溇沱期	吕梁阶段		吕梁(兴地)运动				塔里木盆地	东海弧后盆地	准噶尔前陆盆地	柴达木盆地			
	五台期			五台运动									塔里木盆地	
早古生代	阜平期	阜平阶段	陆核形成阶段	阜平运动				塔里木盆地	东海弧后盆地	准噶尔前陆盆地	柴达木盆地			
	冥古代												塔里木盆地	

表 2 中国主要构造体系所控盆地分类

Table 2 Classification of basins controlled by the main structural systems in China

构造体系	主要盆地
新华夏	东海、南海、松辽、华北、江汉、北部湾、海拉尔、二连、鄂尔多斯、四川
西域	准噶尔、吐哈、塔里木、柴达木、河西走廊、三塘湖、伊宁、大龙都斯等
青藏反“S”型	伦坡拉、羌塘等

2 一级构造体系控制油气富集带

构造体系分级控油气作用十分明显,前面也阐述了巨型构造体系控制含油气盆地,盆地的一级构造体系控制油气富集带^[1-3]。

2.1 盆地一级沉降区(带)控制烃源岩的分布

东海盆地浙东坳陷、温东坳陷带,松辽盆地中央坳陷区,华北盆地的济阳—黄骅坳陷和冀中坳陷等,江汉盆地潜江坳陷,鄂尔多斯盆地西部坳陷和南部中生—新生代坳陷,四川盆地地坳陷区和西部前陆盆地坳陷,准噶尔盆地中央坳陷及南缘中生—新生代前陆盆地坳陷,塔里木盆地西南坳陷区与东北坳陷区等,这些盆地沉降区(带)的形成,有的是单一构造体系控制为主,如中国东部一些盆地,有的是多个构造体系负向叠加复合而成,如中国西部的准噶尔盆地和塔里木盆地等,它们具有多时代烃源岩,而且厚度大、分布广。

2.2 一级隆起及斜坡带(区)控制油气富集带的分布

东海盆地油气分布于生油坳陷的斜坡区或坳陷内的断褶构造带。

松辽盆地中央坳陷中的大庆长垣、下辽河盆地之

西部斜坡、华北盆地,围绕生油坳陷形成一系列断裂构造带(阶阶带、中央隆起带和斜坡带)等。

江汉盆地的油气田主要分布在深坳周缘,如潜北断裂带、广浩断裂构造带和西部斜坡区。

鄂尔多斯盆地油气田主要分布在中部古隆起和斜坡(图 4)。

四川盆地印支期、燕山期形成的古隆起及斜坡区等,对天然气的运移、聚集、成藏有重要的控制作用。

另外,准噶尔盆地中央隆起、陆梁隆起、西北缘隆起带等;塔里木盆地中央隆起区、沙雅隆起、麦盖提斜坡、孔雀河斜坡等都已成为油气富集带,在古隆起及斜坡上已发现多个油气田(图 5)。

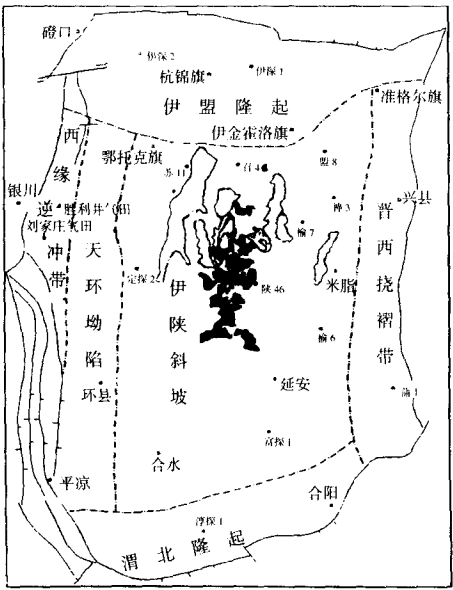


图 4 鄂尔多斯盆地构造单元划分图
Fig.4 Classification of structural elements in the Ordos Basin

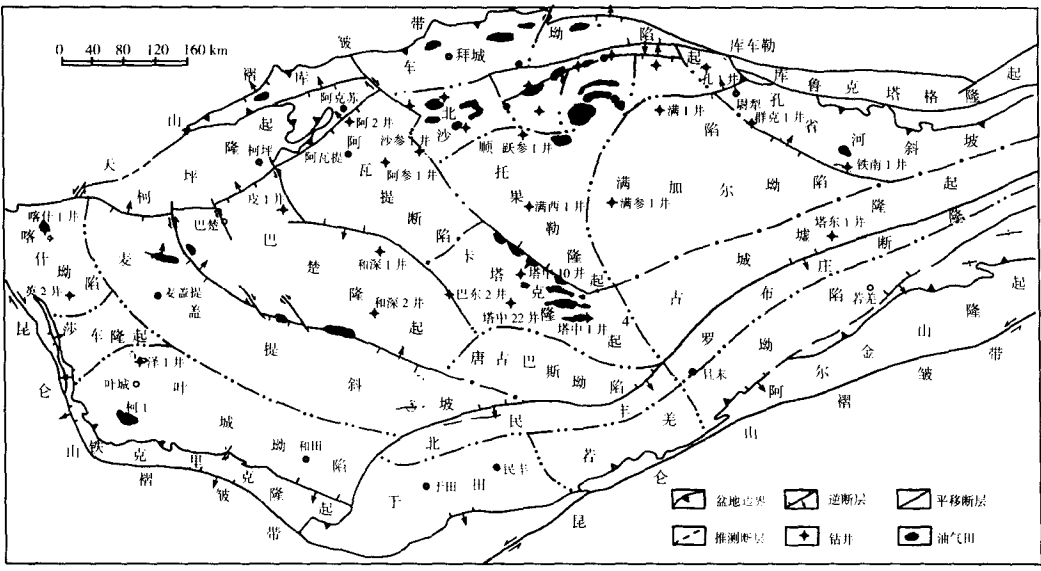


图 5 塔里木盆地构造分区及油气田分布图
Fig.5 Classification of structural elements and distribution of oil and gas fields in the Tarim Basin

柴达木盆地油气田主要分布在各生油拗陷周围或拗陷内断褶构造带上,酒西盆地油气田主要分布在老君庙隆起带和生油拗陷的斜坡带上。

综上所述,各构造体系控制下的中小盆地油气主要受生油拗陷控制,即:油气分布于生油拗陷周围或生油拗陷内断裂构造带上。

3 低级次扭动构造控制油气田分布

3.1 各盆地油气的生、移、聚、保,明显的受低级次构造体系的控制(图6~图12)

由于沉降区内各级别、序次构造体系的成生发展具有强烈的叠次控制作用。因此,油气生成和运聚规律也显示叠次控制的特点,但是,不同级别、不同序次和不同类型构造体系的生成发展过程又各具特点,故对油气的控制作用又表现出三种形式。

(1)由于构造体系成生发展的隆起、拗陷带和凸起、凹陷一般呈“多”字型排列,所以,高级别、高序次的大型直扭“多”字型构造往往控制沉降区内油气分布的基本格局,即负向“多”字型控制着生油凹陷的展布,而相邻伴生的正向“多”字型构造创造了油气聚集的基本条件。但是,这种油气分布的格局,常被后来成生发展的低序次、低级别构造体系所改造,因此,它们对油气的富集作用十分突出。

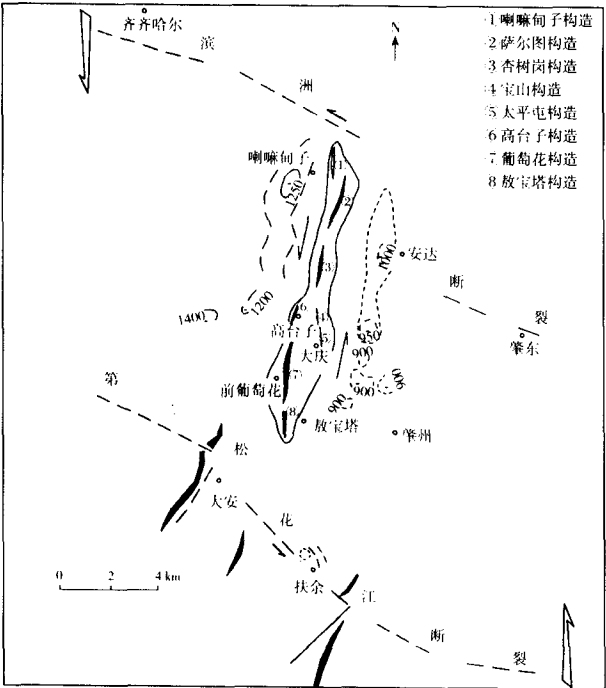


图6 松辽盆地大庆反“S”型构造示意图(张福社等)
Fig.6 Sketch map showing Daqing anti-S style structure in the Songliao Basin

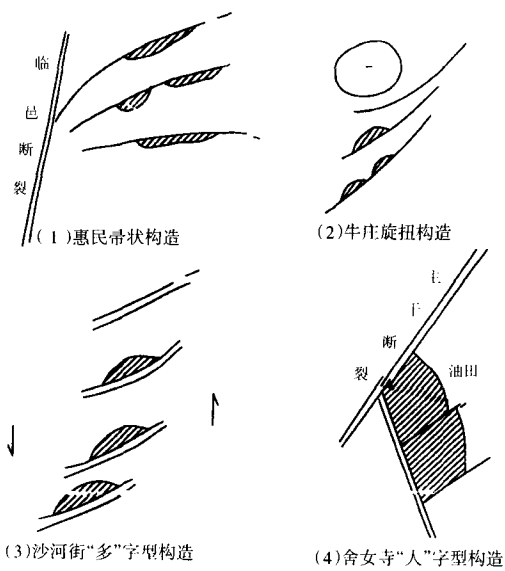


图7 渤海湾盆地几个扭动构造控油示意图(刘泽荣等)
Fig.7 Sketch map showing controls of several shear structures on petroleum distribution in the Bohai Bay Basin

(2)规模较大的旋扭构造,多在上述高级别、高序次的直扭“多”字型基础上,由于局部边界条件的改变而成生发展起来的,故多在巨型构造体系成生发展阶段的中晚期出现。由于旋扭应力活动作用在总体直扭应力场之中,因而当旋扭构造的旋涡部分重叠在早期直扭的负向凹陷之中时,便加剧了原有凹陷持续沉降的幅度和范围,造成十分优越的生油凹陷;而环绕其外围的弧形旋回构造带为油气的聚集和富集提供了良好的储集空间。因此,这类旋扭构造的成生发展过程,对油气具有双重的控制作用。

(3)凡是规模较小的扭动构造,不论其旋扭或直扭,因其组成的负向构造都很小,已失去生油的意义,所以只具有聚集油气的作用。当这些扭动构造发育在高级别、高序次构造体系控制的生油凹陷之中或附近时,它们的成生发展过程有得到油气聚集的良好机

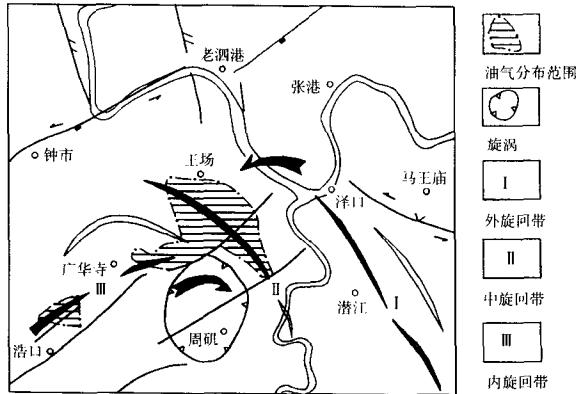


图8 江汉盆地周矶旋卷构造控油示意图(据张福社修订)
Fig.8 Sketch map showing controls of Zhouji rotational structure on oil accumulation in the Jiangnan Basin

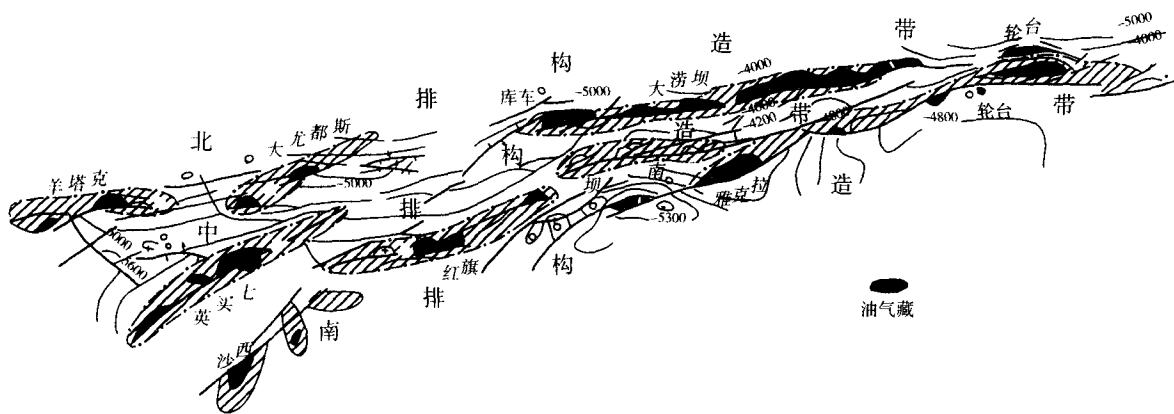


图 9 塔里木盆地雅克拉—轮台帚状构造带控制油气田分布示意图

Fig.9 Sketch map showing controls of Yakela-Luntai brush structure on distribution of oil and gas fields in the Tarim Basin

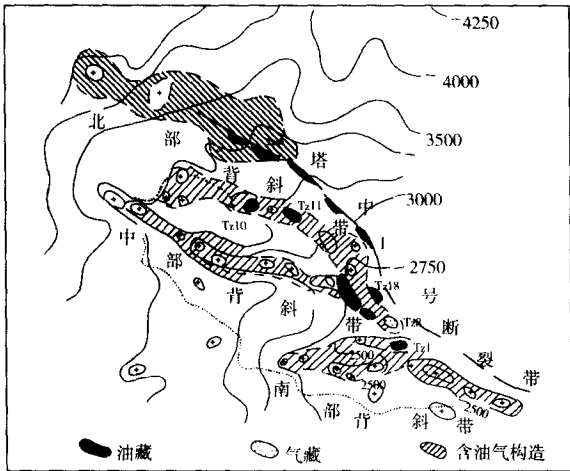


图 10 塔里木盆地塔中帚状构造带与油气分布图
Fig.10 The Tazhong brush structure and hydrocarbon distribution in the Tarim Basin

会,应属找油对象之一;如果远离生油凹陷,即使扭动构造发育完好,也将成为无源之水,而较少有油气富集的可能。

3.2 油气的富集程度在旋扭构造中具有一定的部位

勘探实践表明,不同类型的旋扭构造形式,油气富集程度由内旋回层向外旋回层变差。由于应力作用方式的不同,油气移聚的方向和富集的部位亦有明显差别。如果中间发育的是成为生油凹陷旋涡的旋卷构造,则由收敛方向向撒开方向油气富集的程度增高;如果在砥柱的旋卷构造则反之,油气由撒开方向向收敛方向富集程度增高;根据帚状含油构造的特点,推测其油气的移聚方向和富集的部位应和旋卷构造的变化规律基本一致;关于反“S”型构造,当其应力活动是自外围发动时,油气多在该类型构造的两端和中间带之间的部位富集最好,特别是在弯转率最大的部

位,油气的富集程度应更高。总之,造成不同类型油气富集特点的差别,并不是偶然的现象,因为不同方式的应力活动导生的一定类型的旋扭构造,其生成发展过程都具有一定的规律性,所以,表面上构造成生时期的早晚、发育完整程度以及形态特点等都反映着应力活动的特点。但从上述各种旋扭构造的含油特点和应力分析中可能看到,油气移聚的部位虽然各有不同,但反映的应力活动特点却是一致的,即油气都是在旋扭作用力的驱动下,由应力较大的部位向应力较小的部位运聚。因此,当我们分析各种旋扭构造油气的移聚和富集规律时,除了注意旋扭应力的作用方式外,对旋扭应力的力源也应进行必要的分析。也就是说,旋扭应力的发生,是从外围发动的还是从中心发动呢?旋扭构造是属被动还是主动生成发展的?这样不仅对认识旋扭构造的成因和油气的分布规律会有所帮助,而且对指导勘探工作具有重要的实际意义。

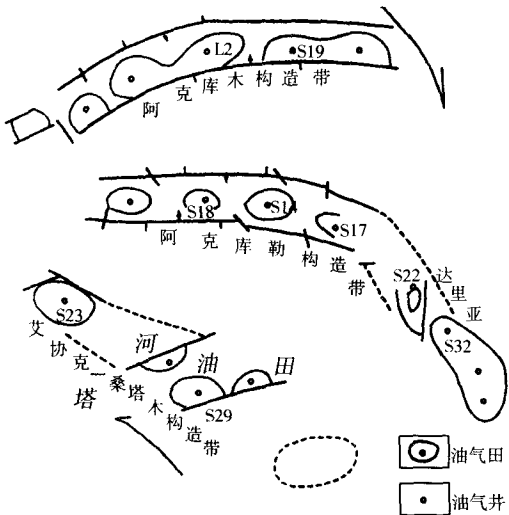


图 11 塔里木盆地沙雅隆起阿克库勒旋扭构造示意图
Fig.11 Sketch map showing Akekule rotational structure in the Shaya uplift of the Tarim Basin

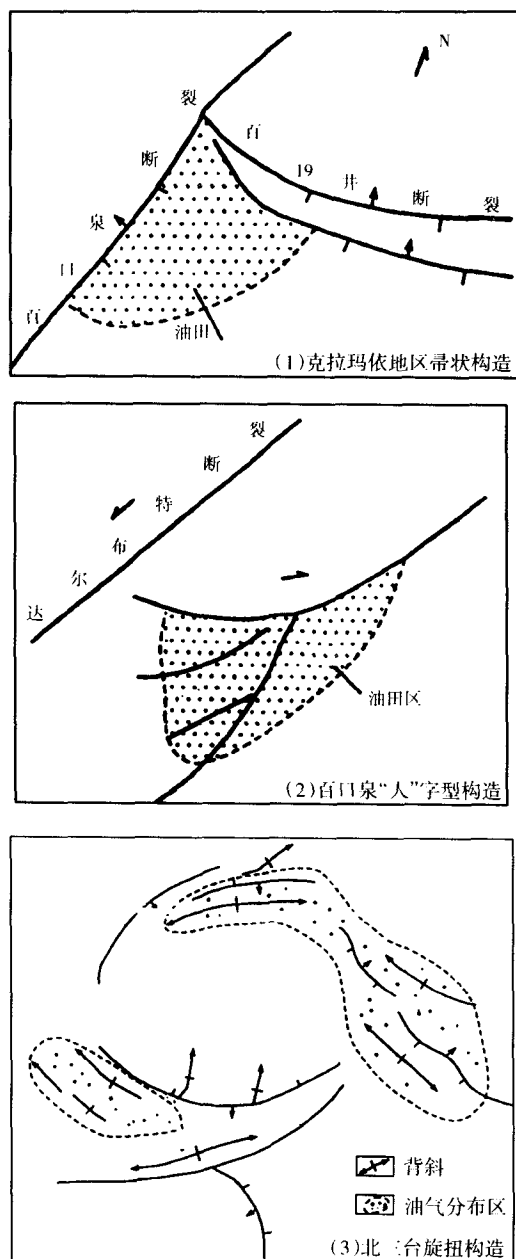


图12 准噶尔盆地扭动构造控制油气田分布
Fig.12 Map showing distribution of oil and gas fields controlled by shear structures in the Junggar basin

3.3 不同性质的破裂性结构面对油气控制作用

经过对多个破裂性结构面的分析,认为一般压性兼扭性的、扭性兼压性的破裂性结构面具有良好的封闭性,因而当具有良好生油条件时,在断裂面近油源的一侧易造成原生油气富集带,并且愈近断层,油气产能愈高。这类断裂不但可以作为分割油水的截然界限,而且在油田开发注水过程中,也明显地起阻隔作用。江汉习家口油田、松辽的大庆油田、杏西及敖古拉油藏、华北的坨庄—胜利村油田等均有较好实例(据张福礼,刘泽荣)。

张性兼扭性的、扭动兼张性的破裂性结构面,多具有良好的开启性,易为油气运移造成通道,所以在这类断裂的上盘圈闭的构造中,常形成油气富集,或在其穿切过的地层中形成次生油气藏。

在研究不同性质破裂性结构面与油气关系时,还应注意把这些破裂性结构面两侧的岩性条件、火成岩活动等特点结合起来进行分析。因为破裂性结构面不是孤立存在的现象,而是与上述特点具有成生联系,它们从不同方面反映了某种类型构造体系的成生发展特点。因此,对不同性质破裂性结构面与油气关系的讨论,是分析构造体系与油气关系的一个有机的组成部分^[3]。

3.4 应力是驱使油气运移的主要动力

现今在地壳中保留下来的诸多构造形迹,都是漫长的地质历史中,某一时期一定方式地应力活动作用的结果。既然这种地应力活动可使具弹塑性的各种岩体发生形变和相对位移,并使其永久形变和相对位移的部分踪迹保留下来,那么,分布在岩层、岩体中的液体(油、气、水),在同样地应力活动的作用下,其反应更加敏锐。正如海水进退规律与大陆壳上成生发展的巨型构造体系共同反映着同一方式的地应力活动一样,油、气、水的运移规律也能够反映所在地区地应力活动的特点,这样就引导出一个新的应力驱动的概念。

正如海水进退用地壳的垂直升降差异来解释而存在矛盾的情况一样,用简单的重力分异理论和水动力驱动等来解释油、气、水的运移特点也有时与油气田的实际情况不符。其中大庆油田油水界面的倾斜现象就是一例,它的倾斜方向与水动力驱动所造成的倾斜方向刚好相反,但它却与所在地区的应力活动所在的平面倾斜方向相吻合;在葡萄花油田中,于纯油带下出现油水过渡带,此带在构造轴部厚、翼部薄,其顶底面都向上弯曲,顶面曲率大,说明目前油水尚未完全达到重力分异的平衡状态,反映当初造成油气运移、聚集的动力是与控油的构造形式成生的一定方式的地应力作用同出一源,当这一作用基本消除时,重力的作用使聚集的油、气、水出现一个新的均衡调整过程。

通过对多个油区内部分已知油气田油气移聚特点的初步分析,表明了油气运移、聚集时期与控制它的构造体系成生发展的一定阶段紧密相关,即产生该构造体系的一定方式的地应力相对剧烈活动时间是油气移聚的主要时期,并且由于这种地应力活动的波动性,相应造成了油气具有多次运聚的特点。由此可

见,当运用地质力学理论来认识油气的生成和移聚规律时,可看出某一地区产生的一定类型的构造体系与油气生移聚散规律是受该地区一定方式地应力活动所控制的统一整体,而构造体系生成发展和油气生成、移聚的特点又必然反映着促使它们成生发展的地应力活动规律。因此,在运用地质力学理论和方法找油时,应把构造体系的分析和鉴定工作,同油气生移聚散规律的探索紧密地联系在一起。

3.5 各类扭动构造控制油气田分布实例

我国各大型含油气盆地内油气田分布均受不同地应力作用形成的多种多样的扭动构造控制,实例繁多。本文以上所述只是些典型实例(图6~图12)。

总之,构造体系控油的认识,在多年的油气勘探

实践中已取得了重大进展和卓越的油气成果,但仅是初步的,目前尚有很多问题有待研究和实践去解决。我坚信,随着研究和勘探的不断深入,地质力学理论、构造体系控油作用,将会更加显现它的强大生命力,成果会更加辉煌。

参考文献

- [1] 孙殿卿.中华人民共和国及其毗邻区构造体系图[M].北京:地质出版社,1984
- [2] 李四光.地质力学概论[M].北京:科学出版社,1973
- [3] 康玉柱.中国主要构造体系与油气分布[M].乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1999
- [4] 翟光明.中国石油地质志[M].北京:石油工业出版社,1987

The Main Tectonic Systems and Their Controls on Petroleum Resource in China

Kang Yu-zhu

(West Petroleum Exploration Headquarter, SINOPEC, Urumqi, Xinjiang 830011, China)

Abstract: Prof. Li Si-guang, the famous geologist, pointed out that four tectonic systems, i.e. Neocathaysian structural system, West China structural system, latitudinal structural system and Qinghai-Tibet anti-S style structural system was developed in China. After tens years of study and petroleum exploration, it was indicated that the China continent was divided into three tectonic domains (East, Northwest and Southwest tectonic domains) and four structural belts (from north to south: northern belt, central belt, central and southern belt and southern belt) by the four tectonic systems. The composition and combination of these structural systems controlled formation and evolution of petroleum basins. Distribution of hydrocarbon was controlled by the second and third order of positive structural belts in the basins, and oil and gas fields were controlled by the lower order of shear structural belts.

Key words: tectonic system; uplift belt; subsidence belt; basin; oil and gas field

车—莫古隆起形成演化与油气分布

张福顺, 余滢帆, 朱允辉, 夏忠谋

(中国石化石油勘探开发研究院西部分院, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 本文根据野外地层露头, 结合钻井岩石学特征, 厘定了头屯河组地层的分布。从岩石学、微古生物、微量元素分析和地震精细标定, 发现了中侏罗统西山窑组(J_2x)和头屯河组(J_2t)之间存在一个角度不整合面。通过层拉平技术分析, 车—莫古隆起的构造发育演化。通过残留地层厚度恢复古地形地貌, 初步确定了西山窑期和头屯河期的车—莫古隆起分布范围并分析了其对于油气成藏的控制作用。

关键词: 准噶尔盆地; 车—莫古隆起; 构造演化; 中侏罗世; 油气藏



燕山Ⅱ幕运动在准噶尔盆地的直接影响就是在中、晚侏罗世形成了车—莫古隆起。主体位于腹部地区的车—莫古隆起的发现改变了人们对腹部地区的缺乏正向构造的认识, 中石化中部1、3区块分别位于车—莫古隆起的南北两翼, 受车—莫古隆起的影响最大, 地层、岩性

与油气藏的分布均受其控制。

对于车—莫古隆起的演化, 各家仍然有不同的看法, 有人认为在腹部地区缺失头屯河组(J_2t), 白垩系直接覆盖在下伏西山窑组(J_2x)之上; 也有人认为在腹部地区存在头屯河组(J_2t), 车—莫古隆起存在 J_2t/J_2x 以及吐谷鲁群(K_1tg)与头屯河组(J_2t)两期不整合, 具有震荡抬升、高点迁移的演化特点。本文从地层划分、对比和关于车—莫古隆起的分布与演化等角度详细分析车—莫古隆起对于油气成藏的控制。

1 两期不整合的发现

1.1 J_2x-J_2t 两套地层的差异

西山窑组湖沼相煤系地层: 主要为灰色、深灰、灰绿色泥岩、粉砂岩与黄绿、浅灰、灰白色砂岩或含砾砂岩互层, 夹灰黑色碳质泥岩、煤层及菱铁矿, 底部一般

为灰白色或浅灰色厚层—块状砂岩或砂砾岩, 局部地区为杂色砾岩。因此其底界岩性标志明显, 界线清楚。本组厚煤层普遍集中在中下部; 上部多为薄煤层或煤线。电性特征: 电阻率曲线峰状、剑状高阻、异常低伽马值。

头屯河组杂色条带层: 颜色是古气候的直接反映, 与气候变化关系密切。西北地区侏罗系上统全为红层、中统上部(准噶尔盆地头屯河组)为暗红色和灰绿色呈间互的杂色条带层, 可作为区域对比的重要标志。杂色碎屑岩系, 为暗红色与灰绿色呈间互的杂色条带而区别于其下伏的含煤岩系和上覆的红色碎屑岩。在区域上本组岩性和厚度有一定的变化, 且在玛纳斯厚度最大, 厚 617.8 m, 其下部夹多层砾岩, 由此向东、向西厚度逐渐变小。电性特征: 视电阻率曲线呈微齿状、齿状低阻与峰状、齿状中高阻间互。头屯河组在头屯河—玛纳斯河、三工河、水磨河一带及南缘坳陷和盆地腹部井下, 岩性总体上为一套河湖相砂砾岩、细—粉砂岩、泥岩交互、下粗中部细的杂色、中部夹泥灰岩沉积。本组双壳类、叶肢介、介形类、植物和孢粉化石丰富。在盆地西北缘白杨河—和什托洛盖一带, 该组岩性为由下、中部砂砾岩到上部的砂岩与粉砂岩互层。

1.2 微古生物组合的差异

孢粉是植物的组成部分, 植物的分布及种属变化直接受纬度和气候的控制, 因此孢粉特征变化可以作为地层划分对比的一级标志。代表干旱气候条件

的掌鳞杉科 *Classopollis* 的丰度在欧亚大陆侏罗纪、白垩纪的不同时期呈现巨大的波动:普林斯巴期(对应三工河组沉积早期)含量很低;土阿辛期(对应三工河组沉积晚期)增高至 10%~13%,有时可达 50%,并且 *Cyathidites* 孢子数量不多;但在阿林—巴柔期(对应西山窑组沉积时期),*Classopollis* 含量一般为 1%~2%,很少超过 10%,代之而起的是 *Cyathidites* 的高度繁荣,从巴通期(对应头屯河组沉积早期)开始,*Classopollis* 含量急剧增加;卡洛夫期(对应头屯河组沉积晚期)甚至可达 100%。代表潮湿气候的蕨类植物孢子 *Deltoidospora* 和 *Cyathidites* 主要繁盛在中侏罗世早期,含量可达 40%~60%。在西山窑组和头屯河组,具有不同的孢粉组合,可以明显的区分两套地层。①*Deltoidospora*–*Cerebropollenites*–*Piceapollenites* 组合,本组合广泛见于西山窑组;②*Cyathidites*–*Classopollis*–*Quadraeculina* 组合,本组合分布于头屯河组。征 1 井取心层段孢粉分析显示,4 782~4 784.5 m 的两块样品中裸子植物花粉占绝对优势,主要为克拉梭粉(*Classopollis*),其次为 *Piceapollenites*、*Piceites*、*Pinuspollenites*、*Cycadopites*、*Quadraeculina* 等,为干旱的生态环境的产物,应划分为头屯河组。4 808~4 826 m 的 3 块样品中,蕨类植物孢子占优势,主要为桫欏科植物孢子,其次为紫萁科孢子,同时在样品中见有侏罗纪的重要化石 *Cerebropollenites* 等和一些时代较老的分子,如 *Aratrisporites*、*Krauselisorites*、*Laevigatosporites*、*Calamospora* 等,为潮湿、热带气候环境的产物。以上说明这两套地层不是同一时期的沉积。

1.3 粘土矿物组合的差异

准噶尔盆地腹部白垩系至侏罗系头屯河组以不含或微含高岭石为特征,侏罗系西山窑组至三叠系克拉玛依组以富含高岭石为特征(徐同台,2003)。根据扫描电镜、X 衍射分析,侏罗系头屯河组的储层砂岩中粘土矿物为:高岭石、蒙皂石、伊利石、绿泥石。粘土矿物都有良好的晶形,呈各种形态的集合体贴附在颗粒表面或充填于孔隙中,这表明它们主要是在成岩过程中形成的,是由于介质条件的变化从孔隙介质中直接沉淀下来的。西山窑组普遍发育的煤层和丰富的有机酸来源是储层富含高岭石的最重要的原因。

从粘土矿物含量的分析化验资料(图 1)可以看出:董 1 井在约 4 848 m 以上头屯河组,高岭石含量在 10%以内,向下增加到 30%~40%(图 1a)。永 1 井,在约 5 906 m 以上头屯河组,高岭石含量干脆就没有,向下进入西山窑组骤增到 30%~40%(图 1b)。永 6 井在约 6 086 m 以上头屯河组,高岭石含量在 5%~15%之间摇摆,向下进入西山窑组,含量骤增到 30%~40%。征 1 井,在约 4 802 m 以上,头屯河组高岭石相对含量较少,在 10%以内,向下含量增加到 20%~30%(图 1c)。中部四个区块诸多钻井显示出头屯河组与以下层段的高岭石含量变化是很明显的,说明这在准噶尔盆地腹部是一种普遍的现象,可以反映出不同的气候变化,并可以作为划分头屯河组的依据。

1.4 地震地质联合对比解释的依据

区域上准噶尔盆地钻遇的杂色的头屯河组发育分布范围较广,厚度分布差异也较大,董 2 井区钻遇

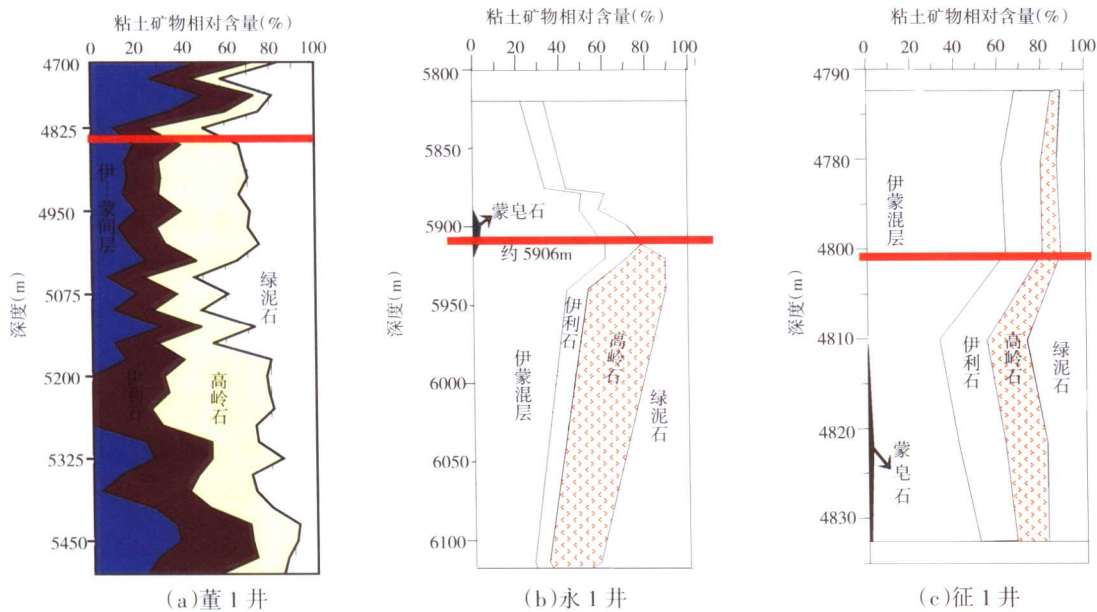


图 1 董 1 井、永 1 井、征 1 井粘土矿物含量变化曲线(石油大学,2006)
Fig.1 Curve of clay mineral content of wells Dong-1, Yong-1 and Zheng-1

930 m,成1井区钻遇327 m,石南地区为50~100 m,莫北地区为20~100 m,中拐地区为20~150 m,莫西庄、马桥地区为20~50 m。根据此次地层对比的方案,永进地区为50~100 m。

借鉴中部2区块成1井区发现了比较明显的 J_2t — J_2x 不整合发育特征(图2),该区由于距车—莫古隆起的主体部位较远,地层划分认为成1井保留较厚的头屯河组,对研究 J_2x — J_2t 不整合较为有利。在进行精细层位标定的基础上,在过成1井的地震剖面上发现了较为清晰的不整合发育反射结构特征。 K — J_2t 、 J_2t — J_2x 两期不整合反射特征均较为明显,反映在中侏罗统内部也存在一期构造抬升运动。

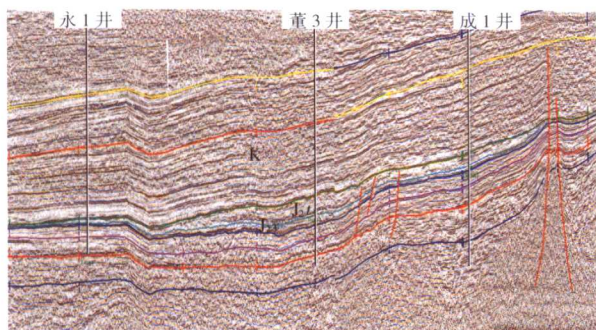


图2 过成1井—董3井—永1井连井地震剖面图

Fig2 A seismic profile through wells Cheng-1, Dong-3 and Yong-1

董1井区残余的头屯河组在腹部地区是最厚的,在对其进行标定的基础上,通过区域地震大剖面,把成1—董1—永1井进行整体对比研究发现,由于受两期不整合综合控制,中、上侏罗统整体减薄,即 J_2t 和 J_2x 分布受其之上的不整合控制,往永进地区渐薄,区域剖面特征显示,两套地层在永进地区均有残余。即钻井揭示的白垩系之下的红色地层应为 J_2t 的残余地层,而其之下的 J_2x 在该区厚度应较为稳定。

2 车—莫古隆起的发育特征

从前面所述的地层发育特征看,侏罗系内部发育 J_2t/J_2x 和 K/J 两期区域性不整合,说明车—莫古隆起的隆升过程是一个振荡上升的过程。致使该区中侏罗统头屯河组、西山窑组及下侏罗统三工河组遭受不同程度的剥蚀,白垩系清水河组的沉积亦受古隆起构造背景的控制影响。

2.1 车—莫古隆起的演化阶段

分析车—莫古隆起的形成演化及消亡过程,对油气成藏具有重要的意义。根据各组段的厚度图累加及

地震剖面“层拉平”技术对车—莫古隆起演化进行了初步的划分,将车—莫古隆起的演化划分为6个阶段(图3),即:初始发育阶段(J_1s)、第一次强隆升阶段(J_2x 末期)、相对稳定沉积阶段(J_2t 沉积期)、第二次强隆升阶段(J_3)、隐伏埋藏阶段(K — E)、掀斜消亡阶段(N — Q)。

初始发育阶段(J_1s):三工河组残余地层等厚图反映其沉积时期玛湖凹陷和昌吉凹陷逐渐分离,而下侏罗统八道湾组沉积时期,玛湖凹陷与昌吉凹陷互相结合,为统一沉降拗陷区。这些现象表明在三工河组沉积时期,车—莫古隆起开始初始发育。三工河组沉积早期隆升程度很小(或没有隆升),对沉积没有控制作用;三工河组上部层系(J_1s_1)砂体在隆起南翼地震剖面上表现为自南向北叠置,发育上超现象,说明三工河组沉积晚期车—莫古隆起已具雏形,并局部影响三工河组二段以上地层沉积。

第一次强隆升阶段(J_2x 末期):西山窑组沉积晚期,受燕山运动的影响,车—莫古隆起开始剧烈隆升(图3),导致车排子—莫索湾一带西山窑组大面积缺失,局部地区三工河组也遭受剥蚀。区内征沙村地区遭受剥蚀最严重,残留厚度在0~60 m之间,征2井西、征1井区及其以南局部地区被完全剥蚀,使后期头屯河组直接覆盖在三工河组之上。

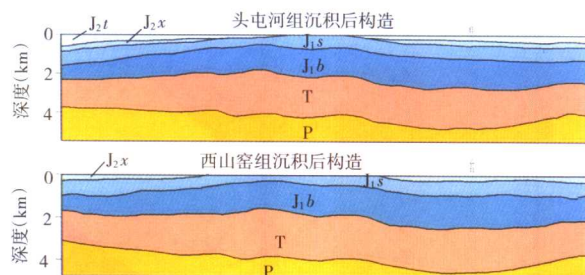


图3 车—莫古隆起两期强烈隆升演化剖面图

Fig.3 Cross section showing evolution of two periods' intense rising in Chepaizi-Mosuowan Paleo-Uplift

相对稳定沉积阶段(J_2t 沉积期):至头屯河组沉积时期,腹部地区已基本被夷平,车—莫古隆起被上覆头屯河组、齐古组地层覆盖,腹部地区进入相对稳定沉积阶段。

第二次强隆升阶段(J_3):晚侏罗世末,车—莫古隆起再一次强烈隆升(图3),使沉积发生剥蚀,古隆起高点发生了迁移。中部1区块的北部和中拐凸起的倾没端以及马桥凸起、莫北凸起等地区均缺失头屯河组和上侏罗统地层,永进到征沙村南地区仅在西南角头屯河组有所残存。受车—莫古隆起多次隆升的影响,

头屯河组与上覆白垩系及下伏地层均为不整合接触，由于两次隆升差异剥蚀的影响，致使盆地腹部地区白垩系和中、上侏罗统接触关系复杂。

隐伏埋藏阶段(K—E):至白垩纪沉积时期，整个准噶尔盆地已基本被夷平，全区接受稳定沉积，车—莫古隆起被隐伏埋藏，但东西向展布的背斜形态得到了较好的保存，只是在上白垩统一古近系沉积时期，高点逐渐向南迁移。

掀斜消亡阶段(N—Q):至新近纪，在喜马拉雅构造运动的作用下，盆地南部大规模急剧下沉，形成统一的前陆盆地。车—莫古隆起虽然具有背斜形态，但背斜幅度逐渐减小，高点也逐渐向北移动；到塔西河组沉积末或沉积过程中，地层进一步掀斜，车—莫古隆起进一步演变为南倾斜坡，凸起的背斜形态基本结束，仅残留局部高点，车—莫古隆起最终消亡。

2.2 车—莫古隆起分布

在地层划分基础上，做了两条北西向的区域地层对比剖面。通过董 6 井—董 1 井—成 1 井—陆南 1 井—石南 14 井—夏盐 2 井—玛 2 井连井对比(图 4)

发现，西山窑组在陆南 1 井区地层厚度最薄，仅 38 m，且地层层序不完整，表明遭受过后期的剥蚀，向两侧地层加厚，北侧的石南 14 井区厚度达到 183 m，南侧成 1 井区达到 426 m，到最南的董 6 井厚度达到 864 m。在该剖面上头屯河组具有继承性发育的特点，在陆南 1 井到石南 14 井之间属于剥蚀区，向两侧地层加厚，但是头屯河组整体沉积厚度较西山窑组小，而且还发育地层剥蚀区，说明头屯河组沉积期车—莫古隆起抬升的幅度比西山窑组沉积期剧烈，规模也扩大了。在进行井—震精细层位标定的基础上，在区域地震剖面上发现了较为清晰的不整合发育反射结构特征。K—J₂t、J₂t—J₂x 两期不整合反射特征均较为明显，反映在在中侏罗统内部也存在一期构造抬升运动。

从永 7 井—永 6 井—永 1 井—征 3 井—征 1 井—征 2 井—沙 1 井—沙 2 井地层对比剖面(图 5)上看，西山窑组在征沙村地区剥蚀殆尽，是当时车—莫隆起的高部位，南翼永进地区地层厚度稳定，为 60~80 m。北翼沙窝地地区厚度相对较小，约 30~40 m。头屯河组则与西山窑组明显不同，高部位的剥蚀部位

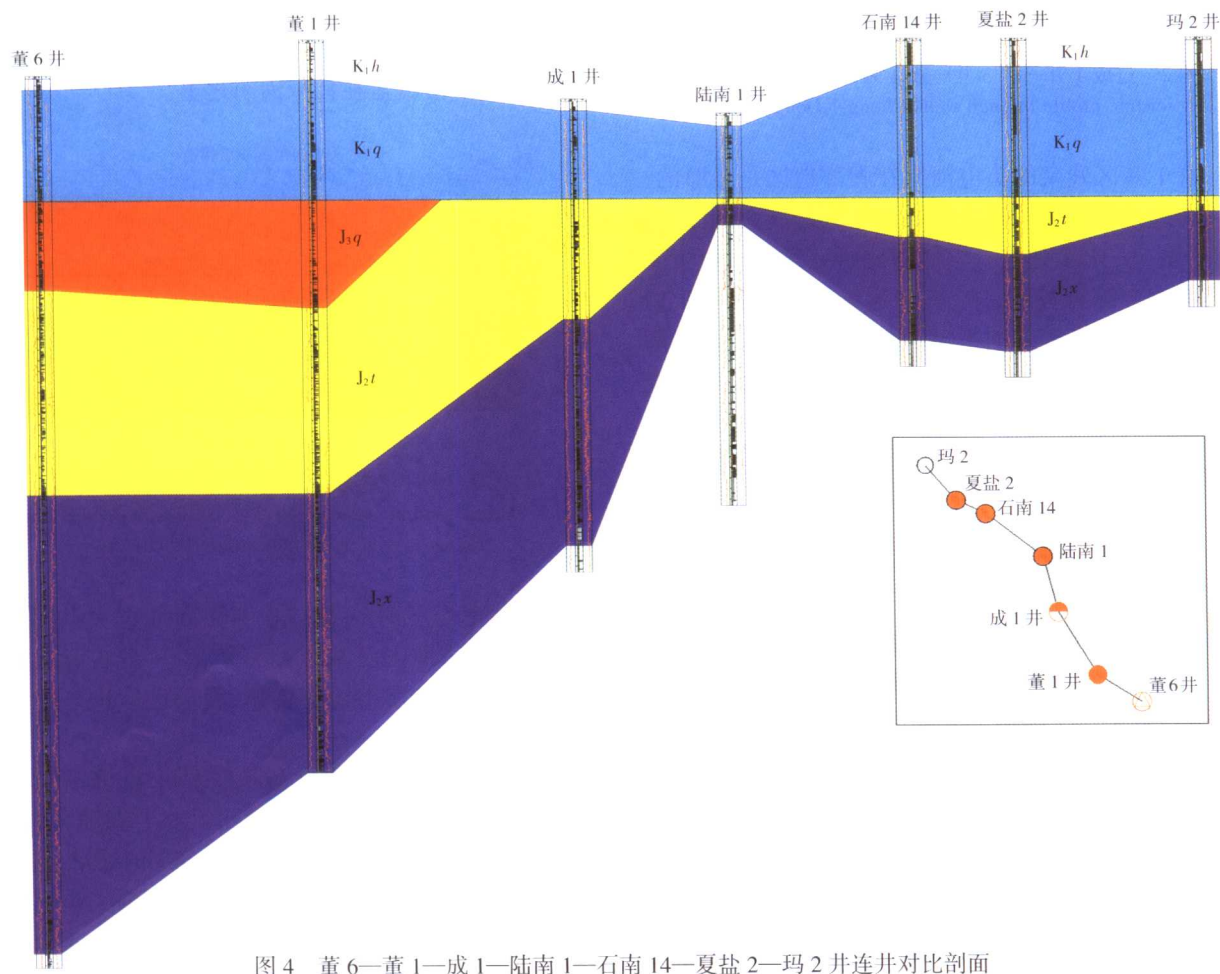


图 4 董 6—董 1—成 1—陆南 1—石南 14—夏盐 2—玛 2 井连井对比剖面
Fig.4 Profile showing stratigraphic correlation of wells Dong6-Dong1-Cheng1-LN1-SN14-XY2-Ma2