

准噶尔盆地腹部油气富集规律 及其成藏特征

宋岩* 戴春森 陈英

(中国石油天然气总公司石油勘探开发科学研究院)

摘要 在分析研究了准噶尔盆地腹部主要烃源岩特征、分布及其油气运移规律的基础上,指出了不同类型烃源岩生烃凹陷控制着其所生成油气的分布范围:中央隆起以南为侏罗系油气主要分布区;以北为二叠系油气主要分布区;中央隆起则为二者共存区。准噶尔盆地腹部油气藏的形成具有“双源多期”的成藏特点,决定了本区具有深、浅两套主要含油气系统;浅部含油气系统可形成侏罗系自生自储的煤成油气藏和古生新储的以二叠系油气为主的次生油气藏;深部含油气系统主要聚集二叠系烃源岩所生成的油气。

主题词 准噶尔盆地 中部 油气生成 有机质演化 油气运移 油气聚集 油气藏形成

准噶尔盆地腹部在构造上主要包括陆梁隆起、中央拗陷、中央隆起及昌吉凹陷的部分地区(图1)。

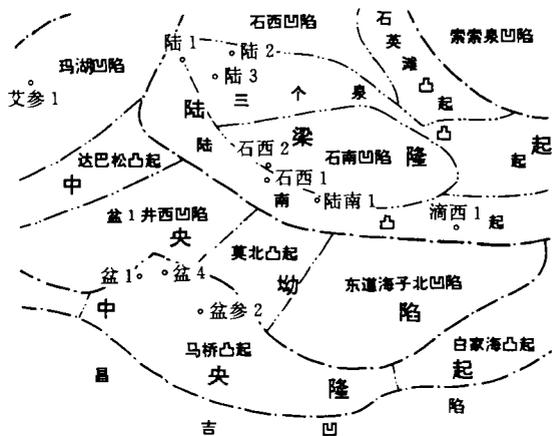


图1 准噶尔盆地腹部构造单元图

Fig. 1. Structural units in the central part of Zhungar Basin.

90年代初,位于陆梁隆起石西构造上的石西1井在古生界火山岩系获高产油气流,标志着该区油气勘探的重大突破。笔者就该区油气富集规律、油气藏形成特征等人们所关注的问题进行了分析和研究,以期对该区油气勘探起到指导作用。

烃源岩特征及其分布

准噶尔盆地腹部发育有两大套烃源岩:一是二

叠系,包括下二叠统风城组和中二叠统下乌尔禾组;二是中、下侏罗统,包括下侏罗统八道湾组、三工河组,中侏罗统西山窑组、头屯河组。这两套烃源岩有着完全不同的母质类型、演化程度和分布范围。

1. 烃源岩的沉积、地化特征

下二叠统风城组属残留海相沉积,中二叠统下乌尔禾组属浅一半深湖相沉积,暗色泥岩分布广、厚度大、有机质丰度高,有机碳平均含量大于1%,有机质类型以腐泥型和混合型为主。有机质演化程度均已达湿气热演化阶段,在凹陷中心已达干气热演化阶段(图2)。该套烃源岩是准噶尔盆地腹部地区的主力烃源岩。

中、下侏罗统以河流、三角洲相沉积为主,为一套含煤层系。其中,八道湾组和西山窑组煤层发育,分布广泛,累厚为5~30 m。煤系中碳质泥岩和暗色泥岩发育,有机质类型以腐殖型为主。由图2可见,盆地腹部大部分地区的中、下侏罗统均处于低成熟热演化阶段,仅在中央隆起以南进入生油—干气热演化阶段。

2. 烃源岩分布特征

准噶尔盆地腹部二叠系主要沉积凹陷除与南缘相接的昌吉凹陷外,另有玛湖凹陷、盆1井西凹陷,暗色泥岩厚度大(见表1),有机质丰富,经历的热演化时间长,生烃强度大,是盆地腹部二叠系主力生烃凹陷。其次为东道海子北凹陷。

中、下侏罗统烃源岩在各凹陷虽然分布广泛,但

* 宋岩,女,高级工程师,1957年生;1982年毕业于石油大学石油地质专业;现从事天然气地质研究工作。地址:(100083)北京学院路20号。电话:(010)62097380。

其演化程度较低,成熟的侏罗系烃源岩仅分布在中央隆起以南。

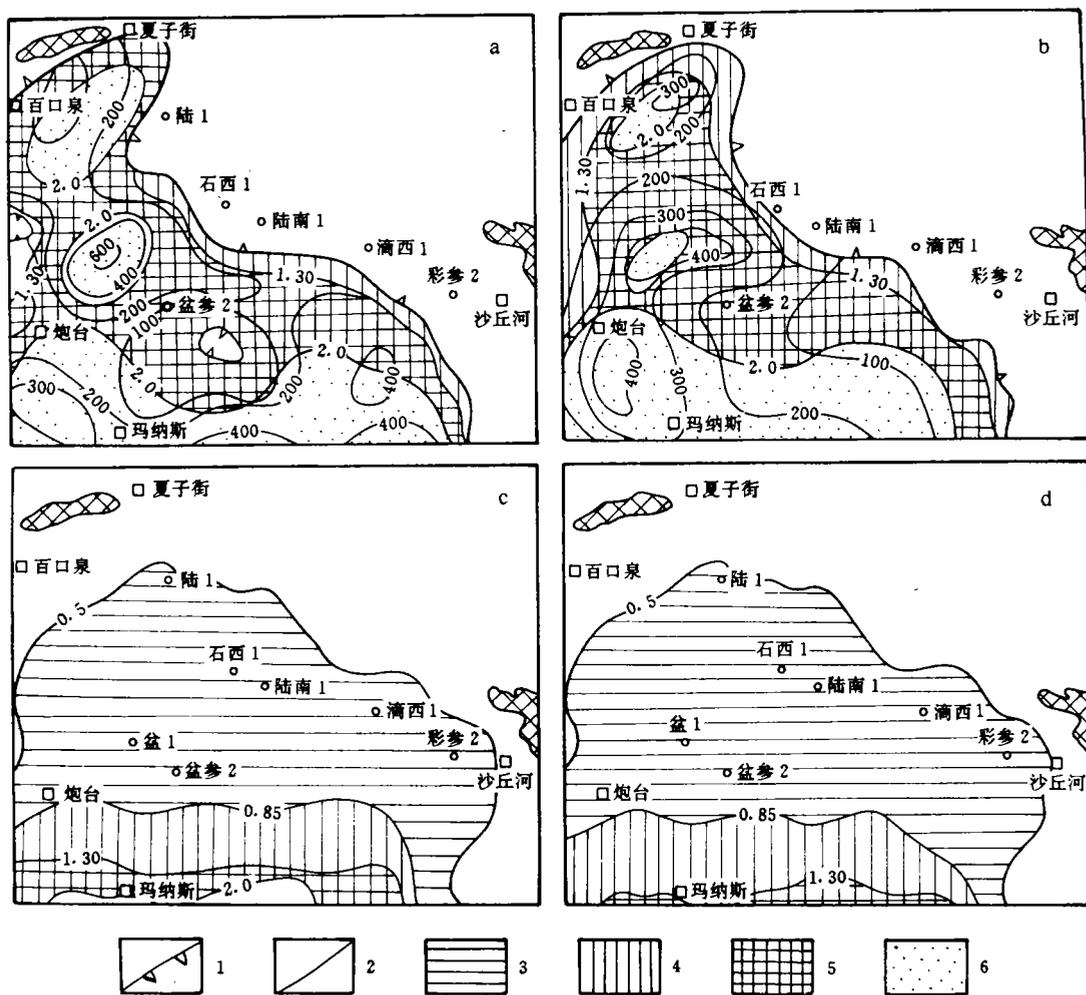


图2 准噶尔盆地腹部主要烃源岩现今热演化程度平面图

Fig. 2. The present thermal evolution degree of the main source rock in the central part of Zhungar Basin.

a 表示下二叠统;b 表示中二叠统;c 表示下侏罗统;d 表示中侏罗统

1 表示地层尖灭线;2 表示暗色泥岩等厚线(m);3 表示生油区;4 表示生油高峰期;5 表示湿气区;6 表示干气区

表1 准噶尔盆地腹部各凹陷生油气层系分布数据表

Table 1. Data of source sequence distribution of the sags in the central part of Zhungar Basin

凹陷名称	玛湖凹陷			盆1井西凹陷			东道海子北凹陷			石南凹陷		
	风城组	下乌尔禾组	中、下侏罗统	风城组	下乌尔禾组	中、下侏罗统	风城组	下乌尔禾组	中、下侏罗统	风城组	下乌尔禾组	中、下侏罗统
生油气层系												
暗色泥岩厚度(m)	200~500	200~300	50~250	200~600	250~450	100~300	100~300	50~120	150~350	无	无	50~150

油气运移及富集规律

1. 早期侧向运移导致油气围绕生烃凹陷分布

油气运移的普遍规律是由凹陷区向隆起区,由高压区向低压区运移⁽¹⁾。紧邻生烃凹陷的隆起或凸

起区是油气运移的指向区。准噶尔盆地腹部隆坳相邻、凸凹相间的构造格局为油气运移和聚集创造了有利的条件,决定了油气早期以侧向运移为主,围绕生烃凹陷就近聚集的特点。这一运聚规律对于盆地腹部油气勘探具有重要的指导意义。盆地腹部玛湖

凹陷、盆1井西凹陷为二叠系重要生烃凹陷，是二叠系烃源的主要供给区，故紧邻这些凹陷的陆南凸起、达巴松凸起、中拐凸起和马桥凸起是二叠系油气运移的指向区和有利聚集区。腹部侏罗系成熟烃源岩主要分布在中央隆起以南，故与侏罗系油气运移相匹配的有利地区除了南缘山前构造带外⁽²⁾，盆地腹部仅有中央隆起区。

由此可见，准噶尔盆地腹部二叠系和侏罗系两套主要烃源岩的生烃中心分布不同，决定了二者所生油气的聚集范围不同：中央隆起区以北为二叠系油气分布区，中央隆起区以南为侏罗系油气分布区，中央隆起区则是二叠系和侏罗系油气共同分布区。勘探实践已证实了这一油气分布规律。紧邻二叠系生烃凹陷的陆南凸起油田的油气、中拐凸起拐4井高产油气具弱姥鲛烷优势，姥/植比为1.29~1.33，富含 γ 、 β 胡萝卜烷和孕甾烷、升孕甾烷，与盆地西北缘典型的二叠系原油具有很好的对比性。中央隆起中部马桥凸起盆参2井的原原油源对比表明其来自于二叠系，且天然气碳同位素值较重， $\delta^{13}C_1 \sim \delta^{13}C_4$ 值分别为-34.65‰、-26.81‰、-26.36‰、-25.53‰，证明以煤成气为主。位于中央隆起东端的白家海凸起上的彩南油田由于远离玛湖凹陷、盆1井西凹陷这两个二叠系生烃中心，故主要接受来自南部侏罗系生烃凹陷的油气供给，其原油具有较高的姥鲛烷优势，姥/植比达2.0以上⁽³⁾，原油中 γ 、 β 胡萝卜烷含量较低，而含有丰度较高的重排甾烷，具成熟度较低的煤成油特征。

2. 后期垂向运移构成了多套含油气组合

垂向运移对油气藏的形成起着非常重要的作用。在断层发育的地区，断层往往成为油气垂向运移的主要通道⁽⁴⁾。准噶尔盆地腹部燕山期形成的正断层沟通了深部二叠系油气源，使由早期侧向运移、在深层聚集的二叠系油气沿活动性正断层向上运移至浅部侏罗系聚集，形成了多套生储盖组合。据实际勘探资料，大致可划分出以下三种生储盖组合类型(图3)。

(1)新生古储型：油气源岩为二叠系暗色泥岩，储集层为石炭—二叠系火山岩系，封盖层为火山岩系之上的二叠系或三叠系非渗透层。例如，石西构造二叠系油气藏则属此种类型，即为二叠系风城组、下乌尔禾组生，其下的佳木河组火山岩系储。

(2)古生新储型：油气源岩为二叠系暗色泥岩，储集层为侏罗系砂岩层，封盖层为侏罗系砂岩层之上的泥质岩。石西油田下侏罗统、马桥凸起中侏罗统的油气皆属此种类型。

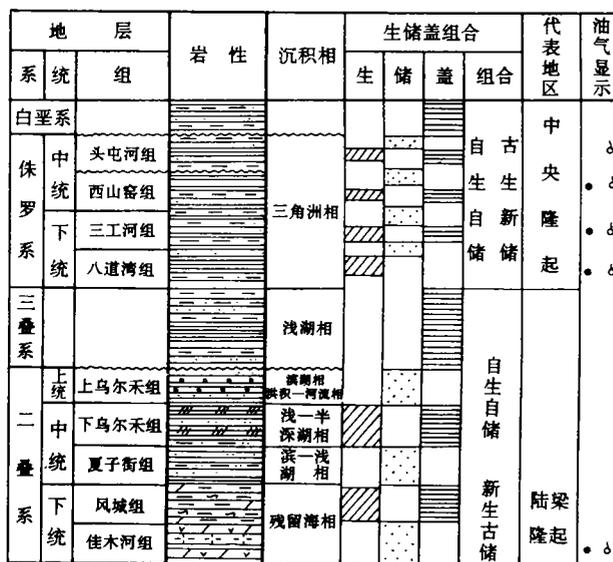


图3 准噶尔盆地腹部生储盖组合剖面图

Fig. 3. The profile of the source-reservoir-cap assemblage in the central part of Zhungar Basin.

(3)自生自储型：侏罗系自身组成完整的生储盖组合⁽⁵⁾。例如，白家海凸起彩南油田产自侏罗系的油气为侏罗系含煤地层自身形成的煤成气。此外，推测在隆(凸)起斜坡带可能形成二叠系自生自储型油气聚集。

油气成藏特征及其实例

1. 油气成藏特征

准噶尔盆地腹部油气藏的形成具有“双源多期”的成藏特征，主要有以下三次油气成藏期。

(1)三叠纪末至中侏罗世，为二叠系烃源岩主要生油期，二叠系油气在基岩隆起上的古生界火山岩系和早期形成的二叠—三叠系构造圈闭中第一次聚集成藏。

(2)中侏罗世末至早白垩世，由于燕山运动的影响，二叠系原生气藏遭受破坏，部分油气沿断层向上运移，在侏罗系储集层中重新聚集，形成了古生新储型次生气藏。

(3)晚白垩世以后，腹部构造演化处于相对平静时期，断层停止活动。此时，二叠系烃源岩已处于高成熟—过成熟热演化阶段，仍有大量油气特别是天然气的排出，并在深部基岩隆起上的二叠系、三叠系圈闭中聚集，再次成藏。此外，侏罗系烃源岩在中央隆起以南地区也趋于成熟，形成的油气向中央隆起区聚集，形成侏罗系自生自储型油气藏。

将该区油气藏形成特征概括为如图4所示。由此可见,腹部具有深、浅两套主要含油气系统,浅层含油气系统可形成侏罗系自生自储的煤成油气藏和古生新储型以二叠系油气为主的次生油气藏;深部含油气系统主要聚集二叠系高成熟油气。

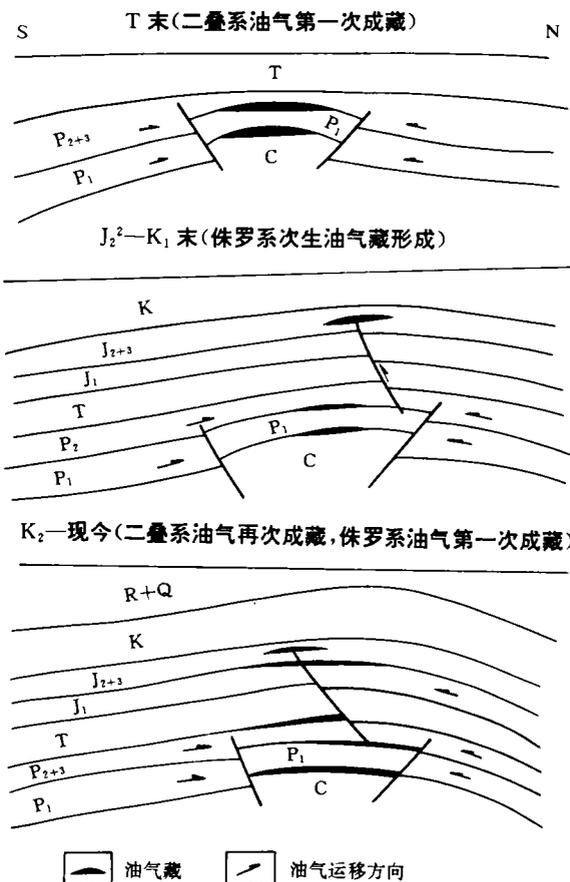


图4 准噶尔盆地腹部油气藏形成示意图
Fig. 4. The Schematic drawing of the reservoirs in the central part of Zhungar Basin.

2. 莫索湾背斜油气藏

莫索湾背斜位于中央隆起马桥凸起,于该背斜钻探的盆参2井在中侏罗统测试出低产油流,在下侏罗统钻遇高压气层^[6]。油气地球化学特征研究表明,中侏罗统的原油来源于二叠系烃源岩,并受到生物降解;下侏罗统的高压天然气主要来自侏罗系煤系。莫索湾背斜油气成藏特征具有双源多期的特点,其主要油气藏类型如下(图5)*。

(1)中侏罗统残余次生油气藏:发生于中侏罗统的早燕山运动在使莫索湾背斜侏罗系褶皱变形的同时,产生了下切至二叠系的正断层,造成已聚集在下伏地层中的油气(源于二叠系烃源岩)沿正断层向上

运移。油气一部分散失,一部分则在浅层侏罗系聚集。浅层油气遭受生物降解,形成残余次生油气藏。

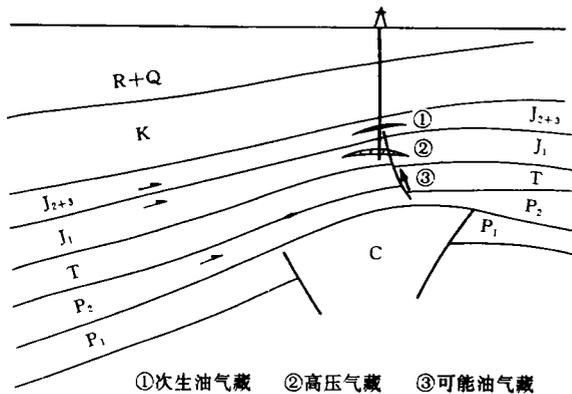


图5 莫索湾背斜油气成藏剖面图
Fig. 5. The profile of Mosuowan anticline reservoir in the center.

(2)下侏罗统自生自储型高压气藏:早燕山运动后,正断层封闭阻隔了深层油气向上运移。后期,三工河组顶部的高压水层隔绝了上、下地层的联系,使三工河组和八道湾组形成了一独立的油气封闭系统。随着侏罗系煤系有机质的逐渐成熟,形成的天然气不断向背斜高部位运移,在下侏罗统聚集形成自生自储型高压气藏。

(3)深层三叠—二叠系可能的残余原生油气藏:早燕山运动之后断层的封闭作用,阻止了深层油气向浅部的运移。二叠系残余油气和后期形成的油气可聚集形成深部原生油气藏。但由于钻探能力所限,目前对该类型油气藏尚未钻达。

3. 石西背斜油气藏

石西背斜位于陆南凸起西段。该背斜上,石西1井和石西002井分别在下二叠统佳木河组火山岩和下侏罗统中获得高产工业油气流。其油气来源于二叠系烃源岩。石西背斜具有基岩隆起和披覆盖层双层结构,油气分布也具有上、下两套系统,即浅层为侏罗系次生油气藏,深层为下二叠统佳木河组潜山型油气藏。石西背斜油气成藏特征与莫索湾背斜基本相似,所不同的是:①由于石西背斜远离侏罗系生烃中心,故缺少侏罗系自生自储油气藏类型;②石西背斜二叠系埋深较浅,因此勘探上已证实了深部二叠系油气藏的存在。

参 考 文 献

1 李明诚. 石油与天然气运移. 北京:石油工业出版社, 1987:145~154

* 新疆石油管理局勘探开发研究院,“准噶尔盆地及外围盆地油气资源评价”,1994。

碳酸盐岩古岩溶储层模式及其特征

兰光志* 江同文 张廷山 高卫东

(西南石油学院)

摘要 碳酸盐岩古岩溶与油气关系密切,其岩溶孔隙是油气富集的重要场所。为寻找与古岩溶有关的油气藏,除要了解古岩溶的埋藏部位和成因等因素外,还必须了解古岩溶孔隙的分布与古岩溶类型的关系。为此,通过研究,根据岩溶发育时岩层的产状和岩石固结程度,将碳酸盐岩古岩溶分为水平型古岩溶和褶皱型古岩溶两大类,进而根据溶岩类型将其分为水平型灰岩古岩溶、水平型白云岩古岩溶和褶皱型灰岩古岩溶、褶皱型白云岩古岩溶等四种类型。为探索不同类型古岩溶储层的特征及其分布规律,在讨论了控制古岩溶储层发育的古气候、古地貌、岩性和古大地构造等条件的基础上,根据不同古岩溶类型的特点及其主控因素,归纳出了古岩溶储层分布的四种模式,并列举实例,论述了各种模式岩溶孔隙发育的类型、特征和分布规律。

关键词 碳酸盐岩 岩溶 储集层 类型 特征 分布

古岩溶类型

古岩溶是指在新生代以前地史时期中形成的岩溶,通常为年青的沉积物或沉积岩所覆盖,即一般所指的残余古岩溶和埋藏古岩溶。此外,前人还根据古岩溶的埋藏部位和成因类型将其分为地表古岩溶和地下古岩溶;表生水古岩溶、热水古岩溶和生物古岩溶等类型。

作为石油地质工作者,为了寻找与古岩溶有关的油气藏,除了要了解古岩溶的埋藏部位、成因等因素外,还必须了解古岩溶孔隙的分布与古岩溶类型的关系,而以上分类显然不能满足这一需要。为此,我们首先根据古岩溶发育时岩层的产状和岩石的固结程度,将古岩溶分为水平型和褶皱型两大类,然后再根据溶岩类型将其分为水平型灰岩古岩溶、水平型白云岩古岩溶、褶皱型灰岩古岩溶、褶皱型白云岩古岩溶等4种类型。

水平型古岩溶是指岩层产状水平或近于水平,

岩石半固结或基本固结时形成的古岩溶,它包括层间古岩溶和侵蚀面古岩溶两类。其中,层间古岩溶是在碳酸盐岩沉积过程中,由于局部地区(如礁、滩顶部)的短暂暴露而形成的(贾疏远,1988),其古岩溶孔隙常常被碳酸盐碎屑和亮晶方解石充填,对油气储集的意义不大。如四川盆地二叠统内的层间古岩溶孔隙几乎全部被充填。侵蚀面古岩溶与地壳的整体抬升或海平面的相对下降有关,常形成区域性假整合面。侵蚀面古岩溶发育时,岩石已基本固结,但岩石成岩不久,孔隙度相对较高,透水性较好,岩层产状平缓,岩溶作用以形成大大小小的溶蚀孔隙为主,且平面分布连续,纵向亦具有很好的成层性,孔隙主要集中在大气淡水渗流带、大气淡水潜流带和混合溶蚀带。如四川盆地威远构造震旦系灯影组白云岩储气层,横向上连续性较好,整个气藏只有一个压力系统;纵向上有4个孔洞层,层位稳定,属典型的水平型古岩溶储层。

褶皱型古岩溶是指在已褶皱的碳酸盐岩层内发

- 2 宋岩,戴金星等.准噶尔盆地南缘西部天然气地质特征及有利气聚集带预测.石油勘探与开发,1993;(1)
- 3 王屿涛,兰文芳.彩南油田油气成因及勘探方向.新疆石油地质,1994;(1)
- 4 加弗里什 B K 著,金衍泰译.深断裂在石油及天然气运移和聚集中的作用.北京:石油工业出版社,1988;21~24

- 5 吴晓智,王立宏等.准噶尔盆地南缘齐古—小渠子地区构造特征及油气勘探前景.石油勘探与开发,1994;(1)
- 6 吴晓智,李策.准噶尔盆地莫索湾地区异常地层压力与油气聚集.新疆石油地质,1994;(3)

(审稿人 教授级高级工程师 徐和笙)
(收稿日期 1996-03-06 编辑 居维清)

* 兰光志,副教授,1942年生;1965年毕业于原成都地质学院勘探系;现主要从事沉积学研究,曾在多种刊物上共发表学术论文20余篇,合著专著两部,获部、省级科技进步三等奖各1个。地址:(637001)四川省南充市。电话:(0817)2224433—2553。

ABSTRACTS AND AUTHORS

Huang Difan(*Research Institute of Petroleum Exploration and Development of China National Petroleum Corporation*), Xiong Chuanwu, Yang Junjie, Xu Zhengqiu, Wang Keren; **GAS SOURCE DISCRIMINATION AND NATURAL GAS GENETIC TYPES OF CENTRAL GAS FIELD IN E' ERDUOSI BASIN**, NGI 16(6), 1996:1~5

ABSTRACT: Carbon isotopic data of natural gases are successfully used to determine gas source and discrimination indexes, and the results show that the gases of the central gas field in E' erduosi Basin are mainly from Ordovician, though some mixed gases and even coal-formed gases from Carboniferous—Permian are found in the eastern gas field. According to the research results of gas source and maturity, the gases in the north part of E' erduosi Basin are divided into four genetic types: ①high mature coal-formed cracking gas from Carboniferous—Permian, ②mixed gas, ③high mature oil-type cracking gas from Lower Ordovician, ④over mature cracking oil-type gas. The fourth is the main genetic type for the gases in central big gas field.

SUBJECT HEADINGS: E' erduosi Basin, Central part, Gas field, Gas source rock, Natural gas origin, Carbon isotopic, Oil-type gas, Coal-formed gas.

Huang Difan, professorial senior engineer, a member of the Subject Appraisal Group of the State Council Academic Degree Committee, outstanding scientific worker of China National Petroleum Corporation; graduated in petroleum department from Beijing Geology Institute in 1956; he is long engaged in research on oil geochemistry, and has published over 160 papers. Add: (100083)No. 20, Xueyuan Rd., Beijing. Tel: (010)62098443.

Lu Shuangfang(*Daqing Petroleum Institute*), Fu Xiaotai, Liu Xiaoyan, Qu Jiayan; **KINETIC MODEL OF OIL-FORMED GAS AND ITS CALIBRATION**, NGI 16(6), 1996:6~8

ABSTRACT: Based on the experimental data of cracking oil isothermally into gas in sealed vessel, the chemical kinetic model of oil-formed gas is selected and calibrated, which makes it possible in practice to simultaneously predict the generation of oil and gas by chemical kinetics. The validity of the model is preliminarily proved by the good consistency between measured data and predicted ones.

SUBJECT HEADINGS: Geochemistry, Kinetics, Pyrolytic gas, Activation energy, Optimization.

Lu Shuangfang, associate professor, graduated in Jiangnan Petroleum Institute in 1983 and obtained Doctor's degree from Beijing Petroleum Exploration and Development Institute in 1993; now he is engaged in researching and teaching oil-gas kinetics. Add: (151400)Anda City, Heilongjiang Province. Tel: (0459)4654450.

Song Yan(*Research Institute of Petroleum Exploration and Development of China National Petroleum Corporation*), Dai Chunsen, Chen Ying; **OIL-GAS ENRICHMENT LAWS AND RESERVOIR-FORMED CHARACTERISTICS IN THE CENTRAL PART OF ZHUNGE'ER BASIN**, NGI 16(6), 1996:9~13

ABSTRACT: Based on studying the characteristics, distributions and migration laws of main hydrocarbon source rocks in the central part of Zhunge'er Basin, it is pointed out that the different oil-gas distributions are

controlled by the different hydrocarbon source sags. The south to central uplift is the main distributive area of Jurassic oil-gas; the north to the central uplift is the main distributive area of Permian oil-gas; the central uplift is the oil-gas coexistent area of Jurassic and Permian. The oil-gas reservoirs in the central part of Zhunge' er Basin have the characteristic of multisources and multistage, which makes there are two sets of deep and shallow main hydrocarbon-bearing systems. Jurassic autogeny and autostorage coal-formed reservoirs and Permian palaeogeny and neostorage secondary reservoirs are formed from the shallow hydrocarbon-bearing system; the oil-gas from Permian source rock is mainly accumulated in the deep hydrocarbon-bearing system. ”

SUBJECT HEADINGS: Zhunge' er Basin, Central part, Oil-gas origin, Organic matter evolution, Oil-gas migration, Reservoir formation.

Song Yan, senior engineer, graduated in petroleum geology from Petroleum University in 1982; now she is engaged in oil-gas geology researches. Add: (100083) No. 20, Xueyuan Rd. , Beijing. Tel: (010) 62097380.

Lan Guangzhi (*Southwest Petroleum Institute*), Jiang tongwen, Zhang Tingshan, Gao Weidong; **CARBONATE ROCK PALAEOKARST RESERVOIR MODE AND ITS CHARACTERISTICS**, NGI 16(6), 1996: 13~17

ABSTRACT: Carbonate rock palaeokarst is closely related to oil-gas, and the karst vugs are the important places of oil-gas enrichment. Besides understanding the factors of palaeokarst burial location, genesis etc. , the relation between palaeokarst vug distribution and palaeokarst types must be known to find the oil-gas reservoirs relative to palaeokarst. Through studying karst rocks staturum occurrence and rock consolidated degree when developing, carbonate rock palaeokarst is divided into horizontal palaeokarst and fold palaeokarst; furthermore, in the light of karst patterns, it is divided into 4 types such as horizontal limestone karst, horizontal dolomite karst, fold limestone karst and fold dolomite karst. In order to probe the characteristics and distributive laws of the various karst reservoirs, based on discussing palaeoclimate, palaeogeomorphology, lithology, palaeotopographic structure etc. controlling palaeokarst reservoir development and according to the characteristics and main control factors of the various palaeokarst types, 4 modes of palaeokarst reservoir distribution are summarized. The vug development patterns, characteristics and distributive laws of the various karst modes are expounded by examples.

SUBJECT HEADINGS: Carbonate rock, Karst, Reservoir, Types, Characteristics, Distribution.

Lan Guangzhi, associate professor, graduated in exploration department from Chengdu Geology Institute in 1965; he has published over 20 papers and wrote two treatises in collaboration with other, two of them won the third awards of ministerial and provincial science-technology progress; now he is engaged in researches on sedimentology. Add: (637001) Nanchong City, Sichuan. Tel: (0817) 2224411-2553.

Wang Yigang (*Geology Exploration and Development Institute of Sichuan Petroleum Administration*), Wen Yingchu, Liu Zhijian; **PALAEOKARST AND BURIAL CORRASION IN POROUS EVOLUTION OF CARBONATE ROCK RESERVOIRS OF CARBONIFEROUS IN EAST SICHUAN**, NGI 16(6), 1996: 18~23

ABSTRACT: The pore genesis of Carboniferous gas reservoirs in East Sichuan is closely related to palaeokarst and burial corrasion. Hercynian palaeokarst slope and palaeokarst upland are favourable to the development of karst pores. Although karst pore system was packed again after forming, it provides conditions for the development of burial corrasion pores. The burial corrasion pores of Carboniferous reservoirs are the main storage and accumulation spaces of which formation are relative to the muturation of Silurian source rock, hy-