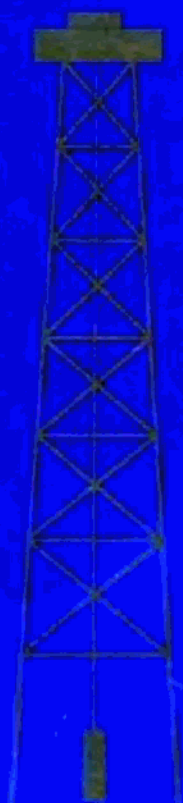


酒东盆地 油气生成和运移

陈建平 黄第蕃 陈建军 张大江 程克明 王铁冠 等著



石油工业出版社

088949
P618.130.1
027

酒东盆地油气生成和运移

5415/30
陈建平 黄第藩 陈建军 等著
张大江 程克明 王铁冠



石油工业出版社

内 容 提 要

该书以对酒东盆地多年的研究成果为基础,参考国内外许多有关文献,详细深入地研究了酒东盆地有机质丰度、类型、有机岩石学特征、成烃演化特征、烃源岩埋藏演化史和生油史、生物标志物特征、原油地球化学特征和油气源对比、油气运移、异常高压流体压力带的分布、成因机理以及对油气的控制作用,全面系统地反映了盆地有机地球化学研究及评价的过程、方法和研究内容。

可供科研、生产部门石油地质和石油地球化学科技工作者及有关高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

酒东盆地油气生成和运移/陈建平等著

北京:石油工业出版社,1996.8

ISBN 7-5021-1708-3

I. 酒…

II. 陈…

III. ①含油气盆地,酒东盆地-石油生成

②含油气盆地,酒东盆地-油气运移

IV. P168.130.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 05813 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 号楼)

北京计量印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开 20 印张 5 插页 500 千字 印 1—1000

1996 年 8 月北京第 1 版 1996 年 8 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-1708-3/TE·1454

定价: 32.00 元

前 言

酒泉盆地位于祁连山北麓,河西走廊西段,是一个对我国石油工业发展作出了巨大贡献的油区。早在1939年8月就在酒泉西部盆地发现了我国当时第一个产量最高的油田——玉门老君庙油田。然而这以后的半个多世纪,石油地质工作者的足迹踏遍了河西走廊及其北侧的阿拉善地带,除在玉门油田外围有所发现外,对其它地区的勘探始终没有获得重要突破。对第二个老君庙油田在那里,人们进行了长期艰苦的探索和勘查。

酒东盆地已经历了约40年的油气勘探历史,特别是在1983—1988年开展了大规模的数字地震工作,基本上查明了盆地的地质构造面貌,并先后在其重点探区营尔凹陷打了36口探井。尽管在营参1井获得了少量低成熟重质石油,但在找油上仍未突破。在这种情况下,玉门石油管理局王昌桂总地质师接受石油学会徐旺秘书长的建议,于1989年邀请黄第藩等对酒东盆地作一次深入的石油地球化学综合研究,总结勘探上的得失,指出有利的勘探方向。1990年12月我们完成了“酒东盆地石油地质地球化学综合研究和远景评价”报告,指出酒东盆地营尔凹陷有中下侏罗统和下白垩统两套烃源岩层系,经历过成烃演化过程,存在着等深异常高压带,是一个找油前景良好、有可能找到第二个老君庙油田的有利地区。而发育于生油凹陷中部的长沙岭—下河清继承性古隆起带应成为首选的勘探目标,并提出了在这里打一口科学探索井(酒参1井)的建议。

该井于1993年4月10日完钻,井深4700m,在中下侏罗统和下白垩统发现了总厚度为50多米的油气层,并于中下侏罗统喜获工业油流。这不仅验证了研究报告的预测,而且在酒泉盆地揭示了一套新的含油层系,扩大了找油领域。这也是石油地球化学研究成果直接转化为生产力,直接指导油气勘探的一个范例,并获得了1993年度石油天然气总公司科技成果一等奖。1992—1995年我们进一步深化了这项研究,完成了“酒东盆地营尔凹陷油气生成运移和评价”报告,再次肯定下白垩统中沟组下段是凹陷内最好的生油岩,赤金堡组在局部地区可成为好生油岩。更重要的是进一步肯定了凹陷内中下侏罗统下段的生油能力,是凹陷中最主要的烃源岩,其主要生油期是白垩纪,侏罗纪—早白垩世形成的圈闭应为主要勘探对象。长沙岭—下河清和营北构造形成与主要生油期相匹配,是最有利的勘探目标。酒参1井中下侏罗统原油来自中下侏罗统下段,没有经过较大规模的运移。下白垩统生油岩于晚第三系中后期才开始成熟生油,营参1井上部原油来源于白垩系生油岩,是典型的自生自储低熟原油。报告进一步指出凹陷内存在三个明显的异常高压流体压力带,受控于大的断裂,具有等温(深)性而不具等时性,凹陷内油气的分布明显受控于这三个异常高压带,在异常高压带上下正常压力带内是油气聚集的场所。报告从主要生油期构造断裂活动、圈闭及异常压力形成与油气运移等方面综合分析提出了凹陷内中下侏罗统生成的油气主要受南北向断裂控制,呈现东西分带性,白垩系所生成油气的分布具有南北分带性。凹陷内黑梁断裂以东区域是寻找侏罗系油气的主战场,黑梁一号断裂以西的区域不佳。南部是白垩系油气较有利探区。营尔凹陷的油气勘探应立足于寻找深部中下侏罗统生成的成熟油气、兼探南部白垩系低熟油。

本书是在“酒东盆地石油地质地球化学综合研究和远景评价”(黄第藩等,1990)和“酒东

盆地营尔凹陷油气生成运移和评价”(陈建平等,1995)这两份研究报告的基础上撰写而成的。该书从石油地球化学的角度系统地论述了酒泉东部盆地的地质构造和沉积发育概况、中生界侏罗系和下白垩统的有机质丰度、类型、有机岩石学特征、成烃演化特征及其历史、生物标记化合物特征、异常高压带的形成条件和机理及油气运移等,指出了这个盆地的良好勘探前景和具体的勘探目标。我们相信在酒东盆地有可能找到第二个玉门油田。

全书共分九章,各章执笔人为:第一章由黄第藩、陈建军执笔;第二章由陈建平、陈建军执笔;第三章由王铁冠、陈建平、熊波执笔;第四章由陈建平、黄第藩、陶国立执笔;第五章由张大江、陈建平执笔;第六章及第七章由陈建平、张大江执笔;第八章由黄第藩、陈建平执笔;第九章由程克明、黄第藩、陈建平执笔;结论由黄第藩、陈建平执笔。全书由陈建平、黄第藩统编定稿。

参加研究工作的还有石油勘探开发研究院的华阿新、廖志勤、熊传武、黄晓明、王锐良、金伟民、何忠华、赵孟军、秦胜飞、顾信章、许怀先,玉门石油管理局勘探开发研究院的张子彦、范铭涛、张建普、陈建军等,江汉石油学院的熊波、钟宁宁,石油大学的王飞宇。在研究中还得到了王昌桂、徐旺、霍永录、闫德齐、宋建国、李晋超、刘济民、常承永、王智诒等许多同志的支持、指导和帮助,在此一并致以谢忱。

黄第藩 陈建平

1995年11月3日

目 录

第一章 区域地质概况	(1)
一、区域地质构造背景	(1)
二、营尔凹陷沉积地层	(5)
三、营尔凹陷沉积相	(9)
第二章 有机质丰度和类型	(14)
一、有机质丰度	(14)
二、有机质类型	(31)
第三章 烃源岩有机岩石学特征	(50)
一、烃源岩显微组分组成特征	(50)
二、矿物沥青基质的成烃意义	(61)
三、有机质显微荧光特征及其演化	(65)
四、有机岩石学方法评价源岩生烃潜力	(68)
第四章 有机质成熟度及成烃演化	(71)
一、地温梯度	(71)
二、镜质体反射率	(72)
三、岩石热解	(78)
四、干酪根红外光谱	(81)
五、可溶有机质的演化	(83)
六、饱和烃气相色谱特征	(90)
七、饱和烃色谱/质谱热演化特征	(100)
八、有机质热演化综合评价	(106)
第五章 有机质埋藏演化和生油史	(110)
一、地层剥蚀厚度研究	(110)
二、古地温梯度	(117)
三、有机质成熟热演化史计算方法	(128)
四、营尔凹陷有机质演化生油史	(136)
五、认识和启示	(146)
第六章 生物标志物特征	(149)
一、类异戊二烯烷烃	(149)
二、烷基环己烷和烷基苯系列	(157)
三、萜烷	(161)
四、甾烷	(185)
五、小结	(201)
第七章 原油性质和油源对比	(203)
一、原油基本性质	(203)

二、原油成熟度	(208)
三、油源对比	(213)
四、营参1井中下侏罗统软沥青成因	(228)
五、酒东与酒西盆地原油对比及油源问题	(232)
六、小结	(233)
第八章 油气运移	(239)
一、油气运移的地球化学特征	(239)
二、营尔凹陷油气分布	(240)
三、生物标志物的油气运移效应	(242)
四、异常流体压力与油气运移	(245)
五、构造运动与油气运移	(276)
六、小结	(282)
第九章 油气资源预测和评价	(284)
一、暗色泥岩等厚图的编制和体积计算	(284)
二、生油气量计算	(288)
三、油气资源预测评价	(291)
结论	(293)
参考文献	(299)
图版及图版说明	(309)

第一章 区域地质概况

酒东盆地位于河西走廊中段,介于东经 $98^{\circ}30'$ 至 $100^{\circ}00'$ 和北纬 $38^{\circ}50'$ 至 $40^{\circ}00'$ 之间。东隔榆木山与民乐盆地相毗邻,西以文殊山为界与酒西盆地相接,南达祁连山麓,北抵合黎山(图 1-1)。盆地呈北西向展布,长约 140km,宽约 60km,面积 8400km²,地面海拔 1500~2000m。盆地自泥盆纪开始形成以后,经历了多次构造运动逐步发育为现今状态。目前将盆地进一步划分为 7 个二级构造单元(图 1-2)。由西至东分别是文殊山隆起、酒泉凹陷、天泉寺凸起、营尔凹陷、盐池凹陷、清水低凸起和马营凹陷。营尔凹陷是盆地中主要的沉积凹陷。

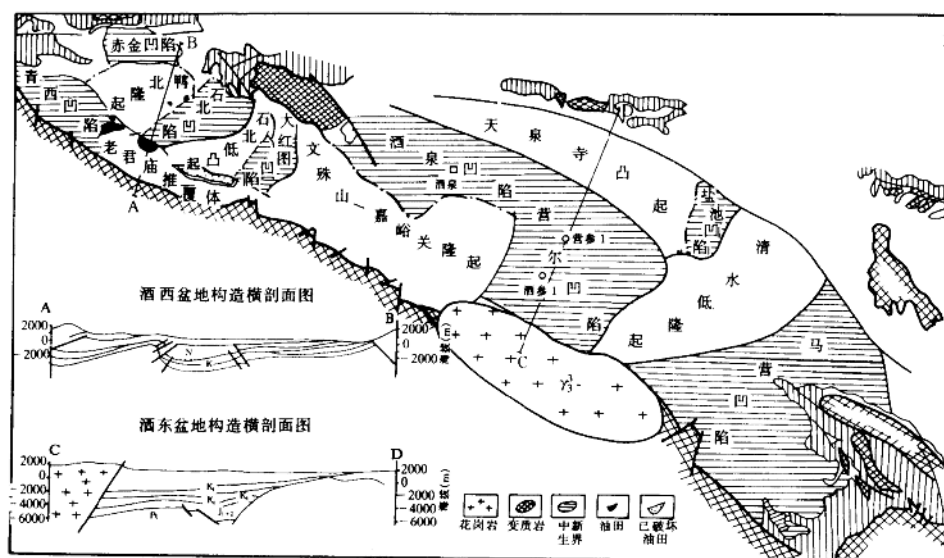


图 1-1 酒泉盆地构造单元划分图

一、区域地质构造背景

酒东盆地与酒西盆地和民乐盆地一起,在大地构造位置上同属祁连褶皱系的山前坳陷,又称走廊过渡带。酒东盆地位于中段,东西分别以榆木山和文殊山与民乐盆地和酒西盆地相隔,南北两侧均为深大断裂所限,基底为下古生界加里东褶皱系,而自身构成一个中新世陆相沉积盆地。

早在元古代时期,整个中朝地台固结硬化形成稳定地块。至早古生代时,阿拉善台隆之南发育了北祁连地槽,沉积了厚达 17000 余米的海相碎屑岩、碳酸盐岩和火山岩建造。志留纪末期加里东运动结束时地槽回返,下古生界发生以北西西走向占绝对优势的强烈褶皱、断

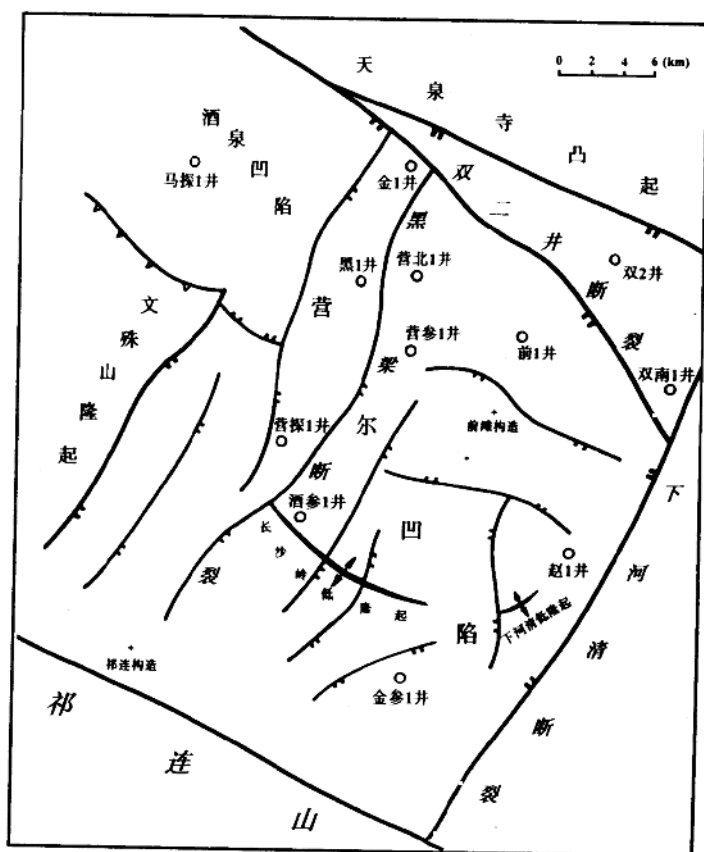


图 1-2 酒泉盆地构造单元划分图

裂和变质作用,沿深大断裂还有大规模的酸性岩浆侵入。加里东运动结束了该区的地槽发育历史,在元古界基底上叠置了一套海相碳酸盐为主的下古生界构造层,构成了盆地的基底。加里东运动后经泥盆纪的剥蚀夷平,该区进入相对稳定的地台发育阶段。早石炭世发生海侵,在盆地中形成了早中石炭世的海相地层。晚石炭世时,海水时退时进,形成了海陆交互的含煤碎屑建造。早二叠世海水全部退出,沉积了以粗碎屑岩为主的地层。三叠纪基本保持着晚二叠世的古地貌,沉积了上粗下细的大套粗碎屑建造。在石炭—三叠纪时期,盆地北部及合黎山长期暴露地表为区域性剥蚀区。

侏罗纪时期,酒泉盆地进入了全面发展时期。在燕山早期运动的影响下,本区区域应力场表现为北东—南西向的强烈张扭性质,在盆地中产生了近北向和东西向两组断裂,边界断层也开始复活,断陷盆地开始形成,在酒泉盆地中形成了马营凹陷、清水低凸起、营尔凹陷、天泉寺低凸起和盐池凹陷。这两组断裂控制着盆地中中下侏罗统的沉积,使得中下侏罗

统在各个次级凹陷中沉积相和地层发育有较大差异。在营尔凹陷中,黑梁断层为一同生断层,它的活动控制着断层两侧侏罗系的沉积。在断层东侧水体较深,沉积物以细粒物质为主,富含有机质,在盆地中形成了第一套生储盖组合。在断层西侧水体较浅,以河流沼泽相或浅湖相粗粒沉积为主,生油层不发育。中下侏罗统的沉积中心在盆地东侧靠近下河清断裂,现存最大残余厚度约 2600 余米(图 1—3)。晚侏罗世时,燕山运动使本区整体抬升遭受剥蚀。此时区域应力场表现为南北挤压性质,在营尔凹陷中形成了长沙岭低隆起和下河清低隆起,致使该区中下侏罗统上段地层遭受大量剥蚀。在马家梁地区还形成了一些近东西向的逆断层。

中、晚燕山期,本区又一次表现为拉张性质而使酒东盆地进入了全面的断陷扩张期。营尔凹陷在侏罗纪断陷的基础上,几条主要断裂强烈拉张并控制了白垩统赤金堡组的河流、湖泊相碎屑岩沉积建造。在靠近下河清、双二井和上坝三条边界大断裂附近沉积地层较厚,沉积中心在凹陷的南部,沉积地层厚约 1000m 左右。这一断陷扩张期后经历了一次短暂的沉积间断。下沟组沉积时区域构造运动更趋强烈。这主要表现为凹陷南北的张性断裂持续活动,从而形成了一个典型的断陷湖盆,沉积了一套厚度大、分布范围广、以湖相为主的碎屑岩及白云质泥岩沉积建造。沉积中心在凹陷东南部的下河清断裂附近,沉积地层厚达 1700m。这一时期除了原有的构造继承性地发展以外,还在北北东向正断层的活动下形成了一些新的局部构造。早白垩世早期地层与中、下侏罗统构成了营尔凹陷的第二套生储

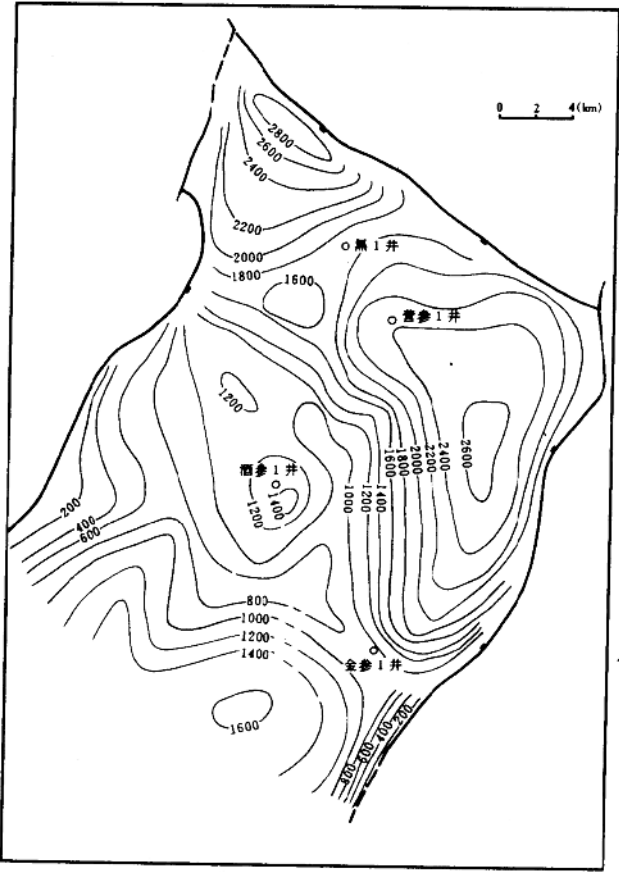


图 1—3 酒东盆地营尔凹陷中下侏罗统残余厚度图(单位:m)
(据玉门石油管理局研究院,1993)

盖组合。在下沟组沉积以后,区域拉张应力开始减弱。随着一次小规模区域性沉积间断,在中沟组沉积初期酒东盆地即由断陷型沉积而逐渐转为以整体沉降为主的坳陷型沉积。这时下河清断裂已基本停止活动,而北部和西部的边界断裂仍继续活动,从而造成湖盆水域扩大、水体加深、沉积中心向北转移而靠近营参 1 井地区。沉积地层以深湖一半深湖相暗色泥

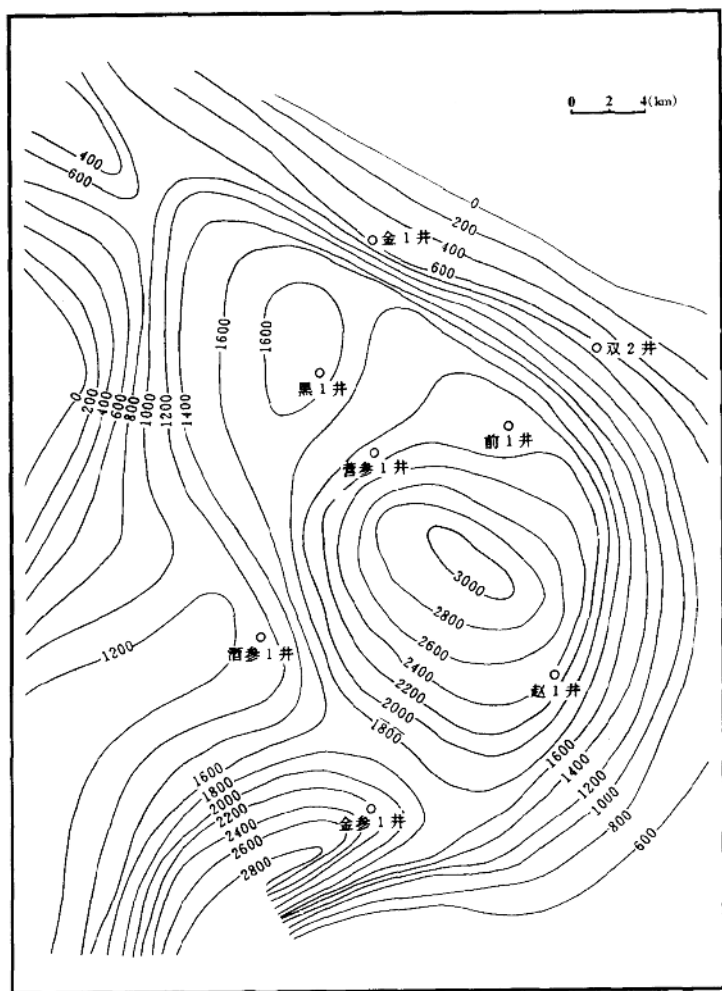


图 1-4 酒泉盆地营尔凹陷下白垩统残余厚度图(单位:m)

(据玉门石油管理局研究院,1993)

岩为主并兼有少量的碳酸盐岩,最大厚度约 1300m 左右。早白垩世沉积地层最大厚度达 3000 余米(图 1-4)。燕山运动末期酒泉盆地又一次进入了大规模的隆升阶段,从而造成晚白垩世沉积地层的普遍缺失,局部地区还缺失下第三系(如长沙岭地区),下白垩统也可能有一定的剥蚀。

喜山运动期的区域应力场表现为北东向的挤压应力作用。随着祁连山的大规模隆升并在山前断裂的作用下,使凹陷变成南坳北隆的构造格局,并形成了中新统白杨河组的河湖相棕红、灰绿色碎屑岩沉积建造。沉积中心靠近祁连山前的凹陷南部地区,在凹陷北部超覆尖灭于下伏下白垩统之上,区域构造表现为一个南厚北薄的大单斜。喜山运动后期,祁连山急剧隆起,使凹陷内地层沉积速度加快,从而造成巨厚的山前堆积地层,上新统河湖相地层(弓

形山段、牛胳膊套段和胳膊塘沟段)与下伏白杨河组呈超覆不整合接触,沉积中心仍在祁连山前,最大厚度达 3000 余米。这一时期凹陷内的断裂与褶皱等地质构造亦不发育。进入第四纪时期,营尔凹陷在早先的构造基础上逐渐萎缩,并在其南部祁连山前堆积了巨厚的第四系戈壁砾石沉积。第三纪末和第四纪时期区域应力场表现为南北向的压扭性质,祁连山不均匀地向北推覆,在酒西盆地形成了一系列逆断层和大型推覆背斜构造,为油气运移、聚集创造了良好的条件。祁连山在酒东地区向北推覆较小,而且在盆地南侧恰好有巨大的花岗岩体遮挡,南北向挤压力远不如酒西地区大,因而在酒东盆地内几乎没有形成任何背斜构造和逆断层。相反在东西向侧向压应力的影响下使原来为张性的北北东向断层转为压性断层,成为油气向西运移的阻隔层。区域应力场的差异使得酒东盆地与酒西盆地油气分布规律有很大差异。

二、营尔凹陷沉积地层

在营尔凹陷中,中下侏罗统和下白垩统是两套油气源岩层。对于下白垩统而言,凹陷中几口探井所揭露的地层岩性总体相似,但地层厚度有变化。目前已钻达中下侏罗统的 5 口井(营参 1 井、黑 1 井、酒参 1 井、营探 1 井和营北 1 井)所揭示的地层各不相同,表明侏罗系沉积相差异较大。目前认为,营参 1 井所揭示的中下侏罗统为其上段,酒参 1 井揭示的中下侏罗统为其下段,而黑 1 井所揭示的中下侏罗统可能是营参 1 井中下侏罗统上部之上的地层段。几口井拼起来才构成完整的中下侏罗统。现将凹陷中钻遇地层分述如下,主要探井地层柱状图见图 1-5 和图 1-6,图中略去了第三系和第四系。

1. 第四系

主要为杂色砾石堆积建造,最大钻遇厚度 935.6 m(赵 1 井),总体具有南厚北薄的特点。酒参 1 井厚 913 m,营探 1 井厚 665 m,营参 1 井厚 407.8 m。

2. 上第三系

主要为大套的棕黄、棕红色泥岩,局部夹灰色砂砾岩,呈不等厚互层沉积建造。总体呈现南厚北薄的楔状体,北部厚度一般在 500~1700 m,南部最大厚度在 3100 m 左右。上第三系进一步划分为白杨河组和疏勒河组(牛胳膊套段和胳膊塘沟段及弓形山段)。上第三系不具备生油气能力。

3. 下第三系

主要为一套河流相河流泛滥平原沉积,厚度小于 100 m。

4. 下白垩统

主要为一套深湖一半深湖相灰黑色泥岩、泥质白云岩沉积,局部夹粉砂岩和砂岩,下部为河湖相沉积。自上而下分为四个地层单元。

1)中沟组上段 该段地层在营参 1 井厚 709 m,酒参 1 井中只有 252 m,黑 1 井也只有 326 m,最大沉积厚度可达 800 m。沉积中心在营参 1 井、酒参 1 井和赵 1 井之间。上部主要是以一套灰黑色、灰色泥岩为主,夹白云质泥岩,顶部为古风化壳,风化裂缝中常有石膏充填。下部为灰、灰黑色泥质白云岩和页岩互层。

2)中沟组下段 该段地层在营参 1 井中厚 386 m,酒参 1 井中厚 140 m,双南 1 井中厚 455 m,凹陷中最大沉积厚度可达 500 m 以上,沉积中心与中沟组上段基本一致,主要为灰黑色泥质白云岩与泥岩、页岩间互,富含有机质,是凹陷中最好的生油层段。下部裂隙和次生孔

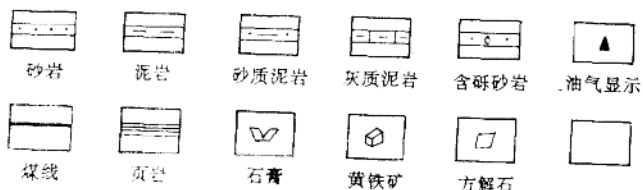
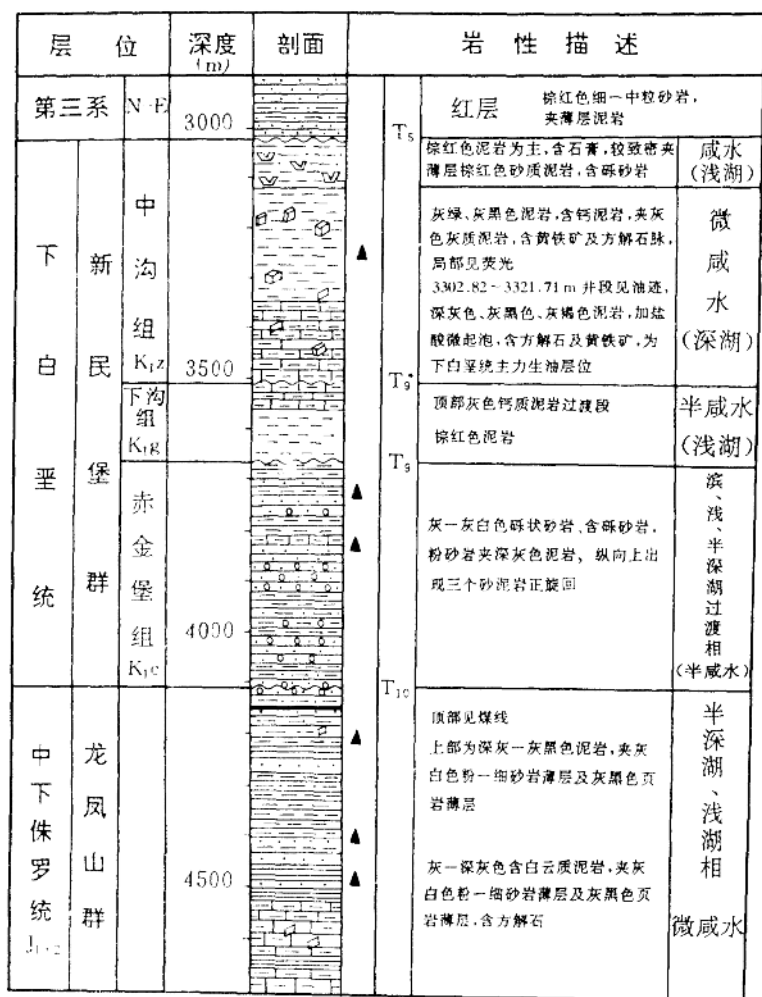


图1—5 酒参1井综合地层柱状图

隙中常有沥青充填。该套地层属于浅湖到深湖相微咸水沉积。

3) 下沟组 该段地层在营参1井中厚720m，黑1井中厚489m，前1井中厚796m，而酒参1井中只有151m。凹陷中最大沉积厚度超过800m。北部沉积中心在营参1井，双南1井

和赵1井之间,南部另一个沉积中心在祁连山前,最大厚度为600m以上。主要岩性为一套深灰色、褐灰色白云质泥岩、白云岩夹少量薄层灰黑色泥岩。属滨浅湖至半深湖沉积。

4)赤金堡组 该段地层在营参1井中厚约200m(另一划分方案为521m,据袁选俊,1994),在酒参1井中厚494m,凹陷中最大沉积厚度超过800m。主要是一套河间相的灰白色砾状砂岩、含砾砂岩、粉砂岩夹灰色、深灰色泥岩。在酒参1井中,纵向上出现一套由粗变细的正旋回构造。该段地层岩性变化较大,局部可出现很好的生油岩。该组地层总体为河流相淡水沉积,但局部层段在某个时期内可能为咸水或超咸水沉积,可发育盐膏层。

5. 中下侏罗统上段

该段地层在营参1井中比较发育,厚度约1000m左右,凹陷中最大沉积厚度在凹陷东侧靠近下河清断层处。由营参1井揭示的地层看,主要为一套灰白色含砾砂岩、中细砂岩,夹少量的灰黑色、黑色泥岩和页岩。横向上在黑1井中发育有约40m左右的煤层,盆地周缘露头剖面也夹有数层薄煤层(天泉寺剖面)。该段地层在酒参1井由于遭受抬升剥蚀而缺失。

6. 中下侏罗统下段

该段地层目前钻达的探井有酒参1井和营探1井。在酒参1井中厚度超过600m,尚未见底,营探1井中厚约700m,但两井中岩性差异很大。在酒参1井中主要为深灰色、灰色白云质泥岩、白云岩和泥岩沉积,其中夹有数层薄层细砂岩和粉砂岩,属于较好的油气源岩。营探1井中上部主要为深灰色、灰黑色薄层泥岩和灰色含钙砂岩互层,中部主要为棕色、紫色和杂色泥岩与灰绿色砂砾岩、灰白色含砾中砂岩、粗砂岩和粉细砂岩沉积。下部为浅灰色、灰黑色泥岩与灰白色、浅灰绿色含砾粗砂岩、细砂岩互层。从现有的钻井岩性剖面看,酒参1井揭露的中下侏罗统可能在营探1井揭露的中下侏罗统地层段之上,酒参1井中尚未钻遇与营探1井相似的地层。或者酒参1井与营探1井由于分别位于黑梁断层两侧,沉积相发生了很大的变化,在断层的下降盘酒参1井一侧沉积了深湖一半深湖相暗色地层,

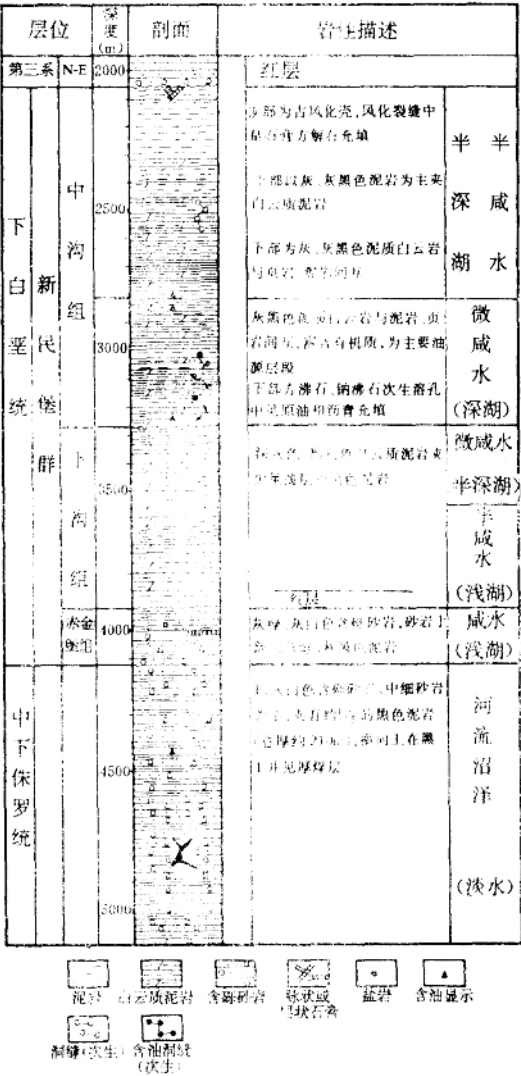


图 1-6 营参1井综合地层柱状图

而营参1井一侧为浅湖相—河流相沉积。中下侏罗统沉积中心位于营参1井以东,即营尔凹陷的东北部。

一个必须探讨的问题是酒参1井和营参1井中沟组上下段地层的划分问题。营参1井现今中沟组上段厚709m,下段厚386m。营参1井和酒参1井现在中沟组上段厚约250m左右,下段约150~180m。在中沟组沉积时,酒东盆地发育到了鼎盛期,湖水面积最大,水体最深,沉积最稳定。营参1井中沟组上段和下段在有机质丰度和类型上有较大的差异(见第二章),但在酒参1井和营参1井中却没有这种差异,上段有机质的丰度、类型与下段一样。另外,生物标志物分析表明,营参1井中沟组上段甾烷/藿烷一般在1.0以上,最高可达8.0左右,而中沟组下段一般均在0.7以下,上下段的差异是很明显的。酒参1井和营参1井现今中沟组上段地层中除顶部样品该参数比值在1.0左右外,其它都在0.7以下,与营参1井下段基本一致。从湖泊发育的统一性和稳定性考虑,我们认为酒参1井和营参1井中沟组上段地层均属于中沟组下段。在以后章节的讨论中我们均认为其为中沟组下段。中沟组上段在酒参1井地区或被剥蚀掉或沉积时可能缺失,我们认为在晚白垩世剥蚀掉的可能性最大。究竟是存在中沟组上段有待从地层古生物等方面做更多的工作。

另一个需要探讨的问题是日前中下侏罗统的时代归属问题。多年来的研究与勘探中均将其划定为侏罗系中下统,但是最近有些学者通过工作倾向于划归为下白垩统赤金堡组下部(苟韵娴等,1996)。这种划分有一定的合理性:①在地层岩性上,目前中下侏罗统尤其是酒参1井中下侏罗统下段为白云质泥岩、泥岩沉积,与下白垩统下沟组、中沟组具有相似性,一般认为侏罗系温暖潮湿,多数情况下不易形成这种沉积地层;②目前分析的侏罗系岩屑样品中有白垩纪时代的化石分子,同时也有侏罗纪化石分子;③地球化学分析显示,酒参1井现今在4200~4560m发现的原油生物标志物的分布特征与酒西盆地原油很相似,而长期以来,人们普遍认为酒西原油来源于白垩系。

然而这种划分也有许多难以解决的问题:①从沉积的角度看,现今划归为中下侏罗统的地层残余厚度大于2000m,赤金堡组200~800m,而且各种迹象(地震、地球化学、沉积)表明现今中下侏罗统上部地层大约有700~1000m剥蚀,那么赤金堡组厚度应该有3000~4400m,按地质时代可知赤金堡组沉积时间约为5百万年,平均每百万年沉积600~880m,这样高的沉积速率不可能是细粒的泥岩沉积,不可能形成目前这种岩性的(生油层)地层。现今划分的下白垩统最大残余厚度3000m,沉积速率约为60m/百万年,已经是不低的沉积速率了。②地震显示现今中下侏罗统顶部有明显的削蚀面,侏罗统与下白垩统呈角度不整合,地震推测地层剥蚀量超过700m,从营参1井4700~4800m残余油藏性质与形成推测剥蚀量约1000m左右,沉积成岩作用分析表明也有较大的地层剥蚀。这么大的地层剥蚀面,必定代表了一次强烈的构造运动和区域性的抬升,而且需要一定的时间,这在赤金堡组5百万年内既要沉积又要剥蚀,是不可能完成的,即使将现今划分的赤金堡组划归为下白垩统下沟组,现今的侏罗系为赤金堡组,也是难以实现的。③黑1井中划分的下白垩统之下的中下侏罗统中揭露约40m厚的煤层,古生物化验分析表明为侏罗系无疑,这套地层与营参1井揭露的地层横向上可很好地追踪,地震剖面反映了连续性(王智治等,1994),白垩系与相邻的营参1井也可横向追踪对比,营参1井现今划归为中下侏罗统的地层与黑1井煤层相对应,而且该套地层明显地在酒参1井划分的中下侏罗统地层上面,因而将目前的中下侏罗统划归为下白垩统在地质上是难以解释的,显然是不合理的。④现今分析的多是岩屑样品,岩心

样品很少,而且古生物分析也缺乏非常特征的白垩纪分子化石,孢粉组合也不是很肯定。⑤酒东与酒西盆地中现今划分的中下侏罗统中、下沟组仍处于低熟至成熟阶段,多数成熟度不高,难以形成大量成熟石油。酒西的大量成熟石油来自盆地中下沟组及中沟组以下的地层,即现今划分的赤金堡组,其时代归属也是应该再做工作的地层。

鉴于上述正反两个方面的各种情况,我们认为目前划定的中下侏罗统的真正时代归属尚是一个未解的问题,有可能是下白垩统下部地层,也可能是中下侏罗统。从地质角度的合理性出发,本书中仍将其作为中下侏罗统来处理。

三、营尔凹陷沉积相

由地震地层学和酒参1井及营参1井等钻探实践可知,酒东盆地营尔凹陷中下侏罗统

由上、下两套地层组成。营参1井揭露了中下侏罗统上段,主要为一套河流沼泽相沉积,岩性以灰白色含砾砂岩、细砂岩为主,夹有深灰色泥岩或页岩薄层(图1-6),黑1井顶部见有厚煤层。酒参1井揭露了中下侏罗统下段上部,主要为一套半深湖相的白云质泥岩沉积。图1-7和图1-8分别为中下侏罗统下段和下段沉积相图。由图1-7可见,早侏罗世早期地表

径流主要来自凹陷东北的天泉寺凸起和凹陷西部文殊山隆起区,沉积中心位于现今酒参1井和金参1井地区,在凹陷北部营参1井、黑1井和前1井地区形成了大面积的扇三角洲相沉积,在凹陷西部则形成了南北向分布的三角洲平原相和三角洲前缘沉积。由酒参1井中下侏罗统下段上部一些样品的微量元素和全岩稳定同位素

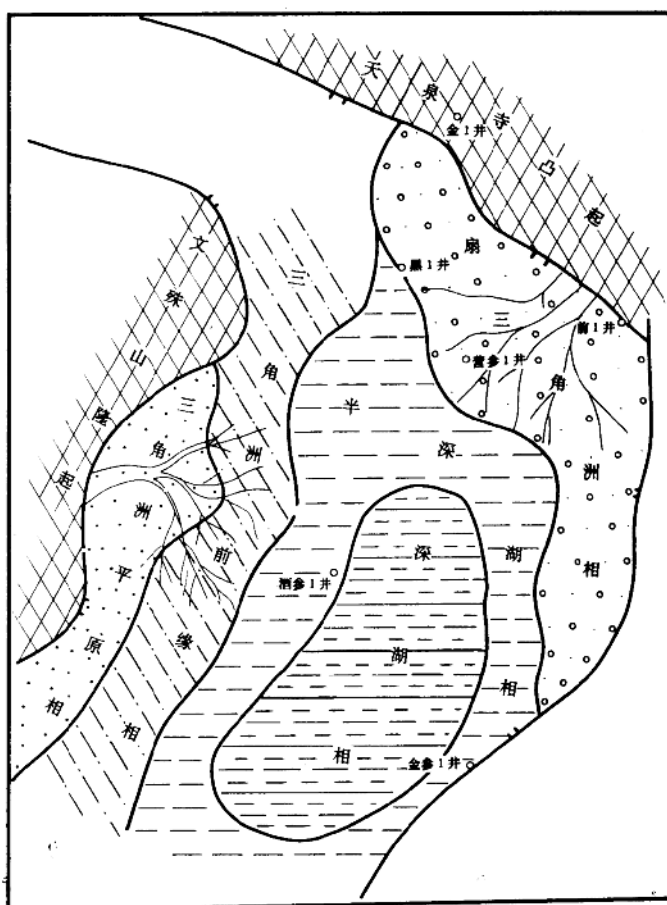


图1-7 营尔凹陷中下侏罗统下段沉积相图

(据王智治、袁选俊等资料,略有修改)

资料结合生物标志物 γ -蜡烷和 β -胡萝卜烷含量(图 1-9 和第六章)可知,中下侏罗统下段沉积时水体由淡水至半咸水逐渐咸化。Ba 含量在 0.04%~0.15% 之间, Sr/Ba 比在 0.1 左右, Ca 含量在 0.3%~1.3% 之间, Mg 含量在 1.0%~2.2% 之间。由此可知当时水体碱性较强。由图 1-8 可见,中下侏罗统上段沉积时地表径流补给与中下侏罗统下段沉积时相似。酒参 1 井以西地区是主要的物源供给区,形成了三角洲平原和三角洲前缘相沉积。北部营参 1 井和前 1 井地区则为水下扇相沉积。黑 1 井西北地区为河流沼泽相沉积,发育了巨厚的含煤沉积建造。与下段沉积时期相比,沉积中心向凹陷东北偏移。研究表明当时沉积水体为淡水,向顶部有咸化的趋势(图 1-10)。这两张图和酒参 1 井钻探结果表明,早中侏罗世时期营

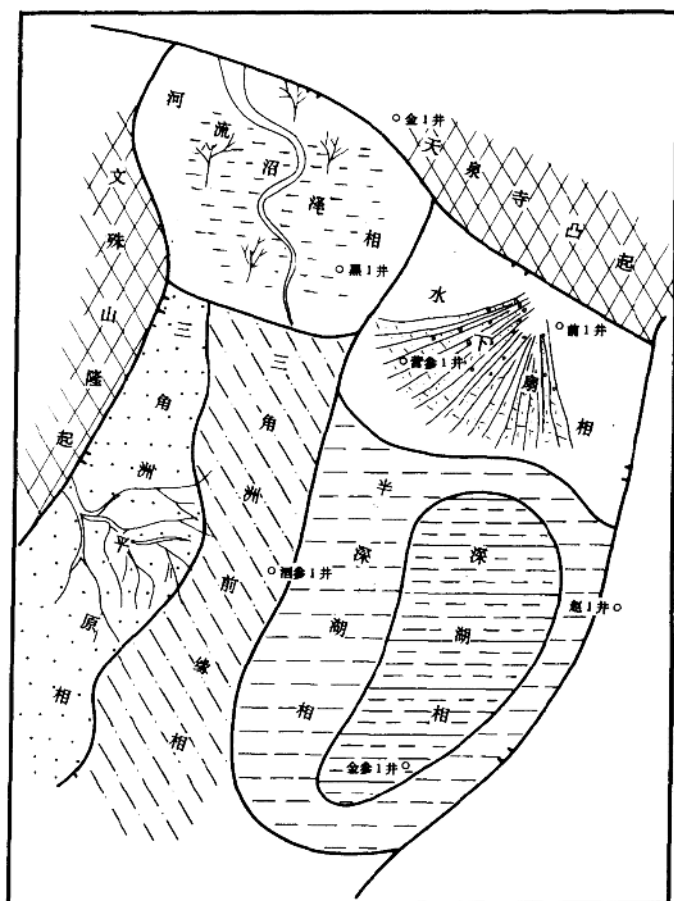


图 1-8 营尔凹陷中下侏罗统上段沉积相图

(据王智治、袁选俊等资料,略有修改)

尔凹陷在相当大面积范围内均为半深湖至深湖相沉积,而不象吐哈盆地那样为湖沼相含煤沉积,中下侏罗统可以大面积地发育湖相生油岩。

下白垩统赤金堡组在酒参 1 井主要为灰至灰白色砾状砂岩、含砾砂岩、粉砂岩夹深灰色泥岩或页岩薄层沉积,纵向上发育由粗至细的三个正旋回。在营参 1 井主要为灰绿、灰白色含砾砂岩、砂岩夹灰黑色泥岩沉积,厚度较酒参 1 井薄。但依据袁选俊等(1994)资料和认识,赤金堡组与中下侏罗统界线应下移 300m,这样的话在厚度和岩性上就与酒参 1 井相差不多。据岩性变化可知当时水体比较动荡,整个盆地主要以河流沼泽相粗碎屑沉积为主,在短暂时间内可能发育一些较深水的沉积。由微量元素及全岩稳定碳同位素等资料及生物标志化合物中 γ -蜡烷(图 1-9)和 β -胡萝卜烷(详见第六章)等资料可知当时水体盐度变化较大,但大多数时期为淡水沉积,短时间内的局部范围内可能形成较咸水体。