

# 吐哈盆地侏罗系 煤成烃地球化学

王昌桂 程克明 等著  
徐永昌 赵长毅

科学出版社

## 本书编辑委员会

主任：唐世荣

副主任：王昌桂 程克明 徐永昌 曾晓明 燕烈灿

委员：赵明方 张世焕 王武和 梁世君 苏艾国  
赵长毅 刘文汇 张朝富 张晓宝

张朝富

# 序

“八五”期间中国石油天然气总公司确立了“吐哈盆地煤成烃机理及油气富集规律”的攻关课题,由吐哈石油勘探开发指挥部和北京石油勘探开发科学研究院联合研究侏罗系煤系地层有机质成烃条件、富氢煤岩的沉积环境,煤系有机质成藏的机理等。提出了煤系地层能不能生成油气,是在什么条件下可以生成油气及其具有的特征。三年中该项研究取得了可喜的成绩。

石油生成理论有很多门派,我国潘钟祥先生于20世纪30年代提出陆相有机成油说后,随着我国石油工业的大力发展,陆相生油理论日趋完善。陆相生油实际是指湖相生油,而煤沼环境能否生油研究甚少。

吐哈盆地在“八五”期间不仅在侏罗系发现了8个整装油气田,建成年产油350万吨的产能,更可贵的是在勘探实践中总结出一套煤系地层生烃的理论;总结出研究煤成烃的技术和方法;总结出侏罗系油气富集、油气系统的特征和规律;还总结出一套针对侏罗系低渗透储层的勘探、开发技术。

侏罗系煤成烃理论的提出,不仅丰富了陆相有机质生油的理论,而且开拓了我国找油的新层系新领域。1993年中国石油天然气总公司决定对六盘山以西直至国境线的270万平方公里的面积,以侏罗系为主要目的层整体规划部署,分年付于实施,加大对侏罗系的勘探力度。经过三年的努力已完成61个盆地的早期评价,筛选出8个很有前景的盆地和地区。相信在不久,西北的侏罗系会出现更好的勘探形势。

《吐哈盆地侏罗系煤成烃地球化学》一书比较系统的总结了在侏罗系煤系地层油气勘探中的理论和实践,是首次出版的一本关于侏罗系煤成烃的书,尽管煤成烃理论还有不完善之处,但在这个领域的研究,我国是走在世界先进的行列。相信这本书的出版一定会给勘探家们带来新的思考和探索。



1996年10月

# 前 言

吐哈盆地以率先在侏罗系高速、高效地发现了大中型煤成油气田而闻名国内外。

该盆地从 1983 年重新开始地震勘探以来,到 1995 年,在侏罗系已发现油气田 8 个,建成产能 350 万吨,是我国 90 年代新发现并具有一定资源规模的含油气盆地,也是我国按照 90 年代的科学水准新建成的油气田。

在吐哈盆地勘探实践的同时,我们也系统地研究了侏罗系煤成油气的形成、分布规律及对其有效的勘探方法。以侏罗系煤成油的形成机制为主线,研究了煤及煤系泥岩的有机相、烃源岩的时空展布及热演化,研究了源岩、原油、凝析油、天然气的地球化学特征及成藏规律;以侏罗系煤沼沉积为主线,研究了层序地层、沉积体系、煤沼沉积环境、富氢煤的形成条件、储集体分布规律等;以构造演化为主线研究了不同期次的构造应力对构造带、构造的形成、改造和破坏作用及主要成藏期;以低渗透储层为主线,研究了油气水分布规律、储层保护的技术系列等。

煤系(coal measures)有机质成烃系指在一个聚煤盆地中,在有利的圈闭内形成的工业油气藏。它是在特定的地质、地球化学条件下,在煤化作用和成岩作用过程中,煤及煤系泥岩内的富氢组分生成一定数量的气态和液态烃类,其达一定浓度后,在适宜的演化阶段和与之相匹配的构造作用下成藏。

世界煤成气研究始于 50 年代后期,而煤成油的研究起步于 60 年代晚期,由于许多学者证实了澳大利亚吉普斯兰盆地以陆生植物为主要生源的煤系有机质的生油能力,以及其他地区煤成油田的相继发现,到 80 年代末、90 年代初,煤成油已是地球化学和有机岩石学界研究的热点。

我国煤成气的研究始于 70 年代末,而煤成油的研究则始于 80 年代后期,可以说是与吐哈油田的发现同步。吐哈盆地煤成油研究从 1986 年开始,当时还处在一般的地球化学指标的分析阶段。随着勘探工作的进行,盆地内累积了上万公里的地震资料、近 200 口探井资料,给研究工作的深化创造了机遇。在对上万块岩心、岩屑、露头样品,原油、凝析油、天然气、地层水的样品,包括煤、高碳泥岩、湖相泥岩、砂岩各个层次的样品分析基础上,获取了大量的高水准的煤岩显微组分、岩石有机地球化学资料,油、气、水的物理、化学性质等资料。采用科学的方法处理,采用新的思路研究,总结出具有特色的系统的煤成油有机地球化学专著。

煤成油的理论在实践中产生又用于指导实践,取得了显著的成效。继吐哈油田发现之后,准噶尔盆地发现了彩南油田,塔里木盆地库车拗陷地区发现了牙哈、大宛齐等油田,焉耆盆地发现了宝浪-苏木油田。“八五”期间在中国西部掀起了寻找侏罗纪煤系油气田的热潮,其势方兴未艾。

《吐哈盆地侏罗系煤成烃地球化学》是在中国石油天然气总公司科技局下达的“吐哈盆地煤成烃机理及油气富集规律”课题研究的基础上编写的。三年的攻关中吸收很多著名

专家和优秀青年科技工作者参加。吐哈石油勘探开发指挥部、北京石油勘探开发科学研究院、中国科学院兰州地质研究所、中国矿业大学(北京研究生部)等单位分工协作,出色地完成了任务,呈献在广大石油勘探者和科技工作者面前的这本学术专著正是该项成果的结晶。

本书各章主要作者如下:

前 言	王昌桂			
第一章	王昌桂	张 研	许大丰	黄卫东
第二章	李华明	王昌桂	薛叔浩	
第三章	赵长毅	王飞宇		
第四章	程克明	何忠华	刘小微	
第五章	苏艾国	张晓宝	张朝富	
第六章	沈 平	张晓宝	张朝富	
第七章	徐永昌	刘文汇		
第八章	程克明	徐永昌		
第九章	赵长毅	刘文汇		
第十章	赵长毅			
第十一章	王昌桂	张代生		
结 语	王昌桂	程克明		

全书由王昌桂、程克明、徐永昌和赵长毅统编。

# 目 录

序

前言

<b>第一章 吐哈盆地的形成与演化</b> .....	(1)
第一节 盆地区域构造背景及基底特征.....	(1)
第二节 盆地形成演化与盆地类型.....	(5)
第三节 盆地构造特征.....	(8)
第四节 构造带划分及主要二级构造带评价 .....	(14)
<b>第二章 沉积环境</b> .....	(21)
第一节 地层分布 .....	(21)
第二节 沉积环境及特征 .....	(28)
第三节 层序地层格架 .....	(40)
第四节 湖沼沉积与有机相 .....	(49)
<b>第三章 烃源岩有机岩石学</b> .....	(56)
第一节 显微组分特征与组成分布 .....	(56)
第二节 超微组分识别、性质与成因.....	(61)
第三节 煤成烃显微岩石学标志及主要成烃贡献组分割析 .....	(66)
<b>第四章 烃源岩有机地球化学</b> .....	(72)
第一节 煤系源岩生烃评价标准 .....	(72)
第二节 侏罗系源岩展布 .....	(78)
第三节 侏罗系各层组源岩有机质丰度及生烃潜力对比 .....	(91)
第四节 成烃母质类型 .....	(99)
第五节 有机质热演化特征.....	(108)
<b>第五章 原油地球化学特征</b> .....	(127)
第一节 原油物性及其化学组成.....	(127)
第二节 同位素特征.....	(135)
第三节 原油生物标志物.....	(151)
第四节 原油成熟度.....	(165)
<b>第六章 轻烃地球化学特征</b> .....	(169)
第一节 轻烃组分.....	(169)
第二节 轻烃生物标志化合物.....	(176)
第三节 轻烃单体系列碳同位素.....	(185)
<b>第七章 天然气地球化学</b> .....	(191)
第一节 天然气化学组成分布.....	(191)
第二节 天然气同位素组成分布.....	(204)

第三节	天然气组分及同位素综合特征·····	(214)
第四节	不同赋存状态气态烃及油气关系特征·····	(222)
<b>第八章</b>	<b>油气源对比·····</b>	<b>(231)</b>
第一节	油源对比·····	(231)
第二节	气源对比·····	(255)
第三节	煤成油气的综合判识·····	(260)
<b>第九章</b>	<b>煤成烃机理与成烃模式·····</b>	<b>(264)</b>
第一节	显微组分核磁共振波谱特征与生烃潜力评价·····	(264)
第二节	显微组分热解气相色谱特征·····	(271)
第三节	低演化阶段油气形成·····	(278)
第四节	显微组分成烃机理与模式·····	(295)
<b>第十章</b>	<b>煤成油排驱与初次运移·····</b>	<b>(303)</b>
第一节	煤孔隙及其分布特征·····	(304)
第二节	煤成油排驱的主要制约因素分析·····	(314)
第三节	煤成油排驱的基本特征·····	(318)
<b>第十一章</b>	<b>侏罗系油气藏特征及勘探前景·····</b>	<b>(322)</b>
第一节	侏罗系油气藏特征·····	(322)
第二节	油气田实例·····	(326)
第三节	煤成烃勘探前景·····	(332)
<b>结语</b> ·····		<b>(334)</b>
<b>参考文献</b> ·····		<b>(335)</b>
<b>图版说明</b> ·····		<b>(341)</b>

# 第一章 吐哈盆地的形成与演化

吐哈盆地位于新疆东部,作东西向展布,南北宽约 60~130km,东西长 660km,面积约 53 500km<sup>2</sup>。盆地的地貌呈四面环山,北侧博格达山高峻嵯峨,白雪皑皑,最高海拔超过 4000m,是盆地的主要供水区,南、东侧多为丘陵,故盆地总的地势是北高南低、东高西低。盆地区的平均海拔 300~800m。著名的火焰山横贯盆地中西部,绵延 200 余公里,最高海拔 851m,相对高差 50~200m。火焰山南侧西部有亚洲最低的艾丁湖洼地,位于海平面之下 152m,与其相邻的是库姆塔格沙漠。

## 第一节 盆地区域构造背景及基底特征

### 一、区域构造背景

吐哈盆地处于北天山缝合带与克拉麦里缝合带之间,从区域构造位置看属于缝合带间盆地(图 1-1),从地貌上看为天山山系内一个山间盆地。环抱盆地的喀拉乌成山、博格达山、哈尔里克山、觉罗塔格山的构造变迁直接影响着吐哈盆地的形成演化。

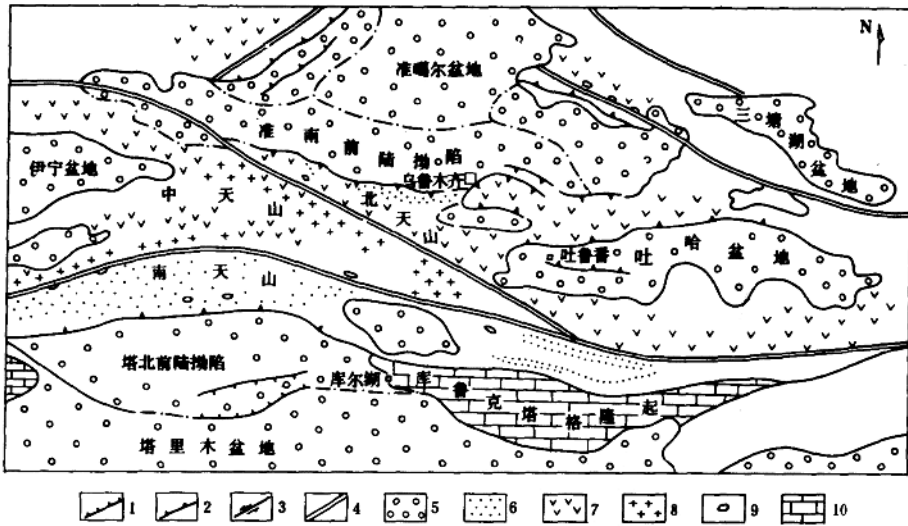


图 1-1 天山及邻区沉积盆地大地构造相图

- 1. 正断层; 2. 逆断层; 3. 走滑断层; 4. 缝合带; 5. 磨拉石盆地; 6. 复理石盆地;
- 7. 火山弧; 8. 岩浆弧; 9. 蛇绿混杂岩; 10. 被动大陆边缘沉积



## 1. 天山构造带

天山山系由北天山、中天山、南天山组成,其总体形态是由雁列式弧形山脉构成向东收敛、向西扩散的帚状形态。北天山在唐巴拉一带分布有早古生代蛇绿岩带,向南在巴彦沟一带分布晚古生代蛇绿岩带,可能与大南湖蛇绿混杂岩带相连。南天山早古生代蛇绿岩带主要分布于哈尔克山库米什一线,时代为晚志留世—早泥盆世,其南侧晚古生代蛇绿岩带主要分布在萨阿尔明—虎拉山一带。中天山广泛发育岩浆活动,北缘早古生代花岗岩带属壳幔混合型,与唐巴拉—米什沟洋壳向南俯冲有关,南缘早古生代花岗岩主要属壳源型;晚古生代早期花岗岩主要分布在中天山南侧,与南天山板块向北俯冲有关。晚古生代中期花岗岩主要分布在中天山北侧,与依连哈比尔杂洋壳向南俯冲有关。因此,天山总体上形成准噶尔洋壳向中天山地块下俯冲,塔里木陆块向中天山地块下俯冲构成的近对称扇形叠积造山带,形成古天山基本格架。由于羌塘地块、冈底斯地块等后期相继增生到古亚洲大陆南缘,引起中生代天山变形,最终由于印度板块与古亚洲板块碰撞导致新天山强烈隆生与吐哈盆地显著沉降。

## 2. 克拉麦里缝合带

克拉麦里缝合带东南延伸部位哈尔里克山为吐哈盆地东北边缘。该缝合带的形成与西伯利亚板块和哈萨克斯坦板块及塔里木板块三者挤压碰撞有关。

克拉麦里缝合带以清水—南明水蛇绿混杂岩为主要标志。在早石炭世残留海盆中主要为复理石及火山碎屑沉积,蛇绿岩的序列在该带中遭到强烈破坏,将其恢复到原始序列:下部为变质橄辉岩,中部为基性杂岩,上部为枕状熔岩、中基性火山岩、硅质岩。其上为早石炭世南明水组不整合覆盖。构造运动使蛇绿岩再次侵位到早石炭世中期残留海盆陆源碎屑沉积中,造山期后的推覆作用,使蛇绿岩连同石炭系地层形成叠瓦冲断带主体,向南逆掩到准噶尔—吐哈盆地侏罗系地层之上。

该带显示两次重要构造变形,一次发生在早石炭世中期南明水组沉积之后,另一次发生在中石炭世火山岩喷发之后。中石炭统是一套基性火山岩及火山碎屑沉积,自下而上喷发作用加强,熔岩成分增多。

## 3. 博格达山构造带

博格达山是由准噶尔—吐哈微板块内火山裂陷槽演化而来,主体表征为石炭—二叠纪地层构成的向南和向北逆冲推覆的构造特征,呈正扇形结构,西南与依连哈比尔杂山构造带呈雁列相邻,东北则与哈尔里克山构造带斜列相连。

晚石炭世—早二叠世,博格达山进入裂陷活动伸展时期,形成受正断层所控制的近东西向裂陷槽,并伴随有一定程度的火山喷发和岩浆活动,但未发现有蛇绿混杂岩带。

裂陷槽轴部主要为深水—半深水火山碎屑浊积岩,两侧则发育浅水碳酸盐岩台地和陆架风暴沉积。南侧主断裂应为火焰山断层,北侧主断裂应为阜康断层。

晚二叠世开始裂陷期的地堑构造格局已逐渐消失,形成相互联通的陆架盆地,海水逐渐变浅直至变为海陆交互相或陆相沉积。

博格达山在布格重力异常图上没有明显显示出负异常(图 1-2),说明在高山下没有

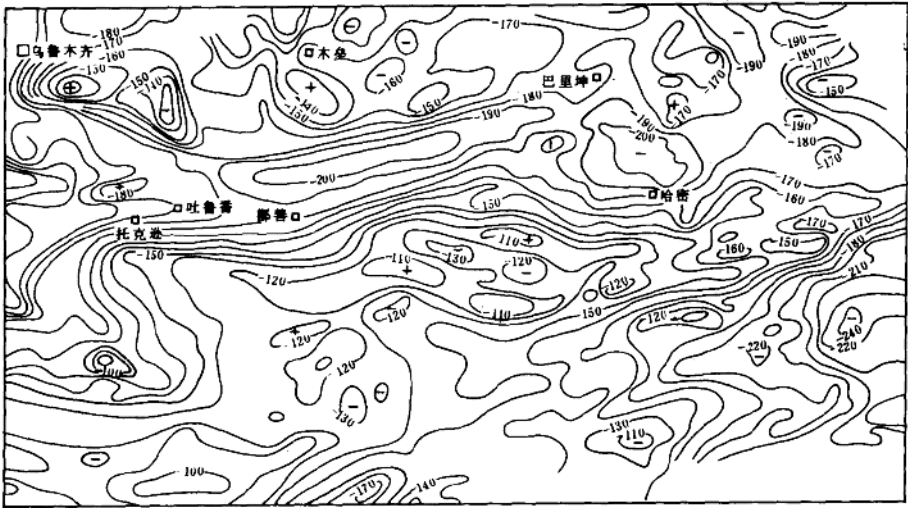


图 1-2 东疆地区布格重力异常等值线图

出现地幔下拗现象,即所谓“无根”山系,尚未达到地壳重力均衡状态。中侏罗世以来,构造反转作用使博格达山冲断隆升,在南北两侧与盆地相邻地段则呈现为薄皮褶皱冲断带构造特征。

#### 4. 喀拉乌成山构造带

吐哈盆地西北缘的喀拉乌成山是天山主要山系依连哈比尔尕山的东延倾没端,为中天山和北天山的连接山脉,走向北东东,出露地层以石炭纪火山岩为主,局部夹变质花岗岩侵入岩。在吐哈盆地周边的山脉中,喀拉乌成山规模最小,形成偏晚,其形成对整个盆地的形成、演化影响相对较小,但对西部的吐鲁番拗陷的作用不容忽视。

喀拉乌成山形成于中侏罗世的早燕山运动,几乎与博格达山同时隆起封闭了吐哈盆地西北边界,使柴窝堡盆地与吐哈盆地各自独立成盆。由于早燕山期及以后各时期强烈的造山运动,使吐鲁番拗陷西部构造面貌有了较大变化,西部布尔加凸起与伊拉湖-肯德克高台阶带的形成,不仅使原有的二叠系、三叠系、中下侏罗统等遭受大幅度剥蚀,控制拗陷西部上侏罗统沉积,而且在北部凹陷带内形成一系列北东向构造带。

## 二、盆地基底特征与盆地结构

### 1. 盆地基底

吐哈盆地既有上古生界基底,又存在前寒武系结晶基底。这种双重基底特征在准噶尔盆地同样存在,而且两个盆地具有统一的前寒武系结晶基底。航磁资料显示,随着向上延拓高度的增加,吐哈盆地与准噶尔盆地居于统一的正磁性异常块体中,并表现出相似的衰

减梯度。综合露头、钻孔和地震剖面追踪对比分析盆地内存在上古生界(C—P<sub>1</sub>),但南北存在差异:大致以三道岭-七克台-火焰山中央低隆起带为界,北部基底为上石炭统为主的槽台过渡相和博格达裂陷沉降带的火山岩、火山碎屑岩;南部东段为晚古生代火山岛弧,西段以觉罗塔格弧前冲断体为基底,为强烈变形的变质岩、火山岩及花岗岩的三元组合。

双重基底,且上层基底南北不同是吐哈盆地基底的最主要特征。

## 2. 盆地结构

根据盆地基底、沉积发育、地层力学性质及变形特征可以划分四个构造层次(图 1-3)。

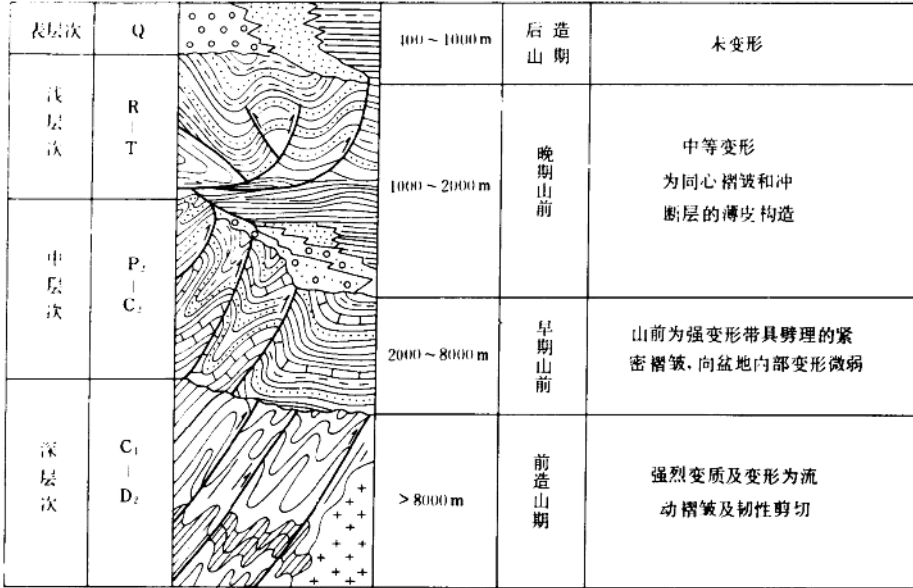


图 1-3 吐哈盆地构造层次剖面图(示盆地结构)

(1) 深层次主要由深变质的前寒武纪结晶碎块及浅变质的古生代褶皱基底所组成,具有变质及强烈变形特点。

(2) 中层次主要由上石炭统一二叠系组成,在盆地边缘博格达山具有强烈褶皱及逆断层发育,但至吐哈盆地内部变形微弱。

(3) 浅层次主要为中生代及第三纪地层组成,具有薄皮构造变形特点,发育冲断层及伴生的断弯褶皱、断展褶皱和断滑褶皱等。

(4) 表层次主要为第四系,具有弱变形平缓褶皱或变形,有时出现小型冲断层及正断层。

上述四个构造层次对应着盆地四个不同的造山期,对应到地震资料上,除深层次的前寒武纪结晶碎块及浅变质的晚古生代褶皱基底埋藏大于 8000m,无法识别以外,其他均有不同程度的地震响应。

## 第二节 盆地形成演化与盆地类型

吐哈盆地是三期盆地叠合而致,这三期盆地为晚二叠世—三叠纪,侏罗纪—早第三纪,晚第三纪—第四系。盆地演化的总脉络是湖盆由大变小、由宽变窄,沉积中心由南向北迁移,地层分布在南北方向不断收缩。由于两边界山形成演化、构造特征不同,三期盆地原始沉积边界、沉降带发育和构造线走向均不相同,有继承性,更具新生性。盆地东西两个拗陷因周边山系演变历史与所处构造位置不同,形成演化具相同性也有差异性。

### 一、晚二叠世—三叠纪:弧后前陆盆地形成

海西运动使石炭纪—早二叠世地层褶皱构成吐哈的褶皱基底。晚二叠世吐哈盆地周边界山以南部觉罗塔格山向北逆冲为主,觉罗塔格山作为弧前增生冲断体自南向北冲掩到吐鲁番板块之上,在其山前形成弧后前陆凹陷带;东北缘哈尔里克山形成并向西南挤压;北部博格达裂陷槽由东向西开始回返,南北两侧前陆拗陷带共用一个中央隆起带。从残余的二叠系、三叠系等厚图上分析,在现今中央断裂带一线,分布有岛链性质的古隆起,将盆地分隔成南、北两部分,南部凹陷带埋藏较浅,地震资料分析可分辨出由西向东为托克逊凹陷、鲁西低凸起、鄯南凹陷、库木凸起和塔南凹陷,地层总体呈南厚北薄,在晚二叠世和晚三叠世有二次沉积间断。据航磁资料结合地震资料分析,北部凹陷带也存在2~3个凹陷,即西部的桃树园子凹陷、中部的阿克塔什凹陷和东部的草湖凹陷。由于北部地层深层反射品质较差和侏罗系煤层的屏蔽作用,目前难以搞清几个残余凹陷的相互关系,但可以分析出,由于博格达山隆升影响尚未波及整个吐鲁番拗陷,因此两侧凹陷带的范围要大于现今吐哈盆地范围。盆地的西北部有可能与准噶尔盆地具有一定的统一关系。

此时哈密拗陷具有独立构造单元,其西侧的四道沟北东向断裂控制了哈密晚二叠世—三叠纪沉积,其沉积厚度大,层系全,是吐哈盆地晚二叠世—三叠纪地层发育最完整的区域。

### 二、侏罗纪—早第三纪:类前陆盆地形成

三叠纪末期的印支运动是盆地内一次较强烈的填平、补齐的构造运动,它改变了晚二叠世以来南北相对两个前陆凹陷带的构造面貌,使盆地内前侏罗系构造被剥蚀、夷平,形成准平原。觉罗塔格山停止活动,南部凹陷带抬升,形成区域斜坡,构成盆地南部基底的一部分,成为盆地中新世代地层沉积的主要物源区。吐鲁番拗陷统一成一体。北部受博格达山隆升影响,山前继续沉降,接受侏罗系沉积。

早、中侏罗世在整个盆地内为沼泽、平原相沉积。八道湾组煤系广布于吐鲁番拗陷,成为盆地内主力生烃源岩之一。吐鲁番拗陷沉积中心逐渐由西部、南部迁移至北部山前(图1-4、图1-5)。

中侏罗世末期,盆地西北缘的喀拉乌成山剧烈隆升,在拗陷西部形成布尔加凸起及伊拉湖-肯德克高台阶带,北部凹陷带成为吐哈盆地的主体沉降带,伴随着博格达山的隆升,

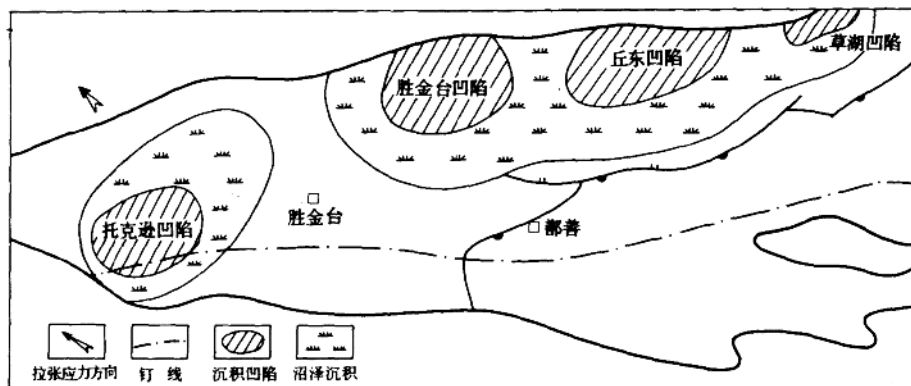


图 1-4 吐鲁番拗陷早侏罗世应力场方向及拗陷分布示意图

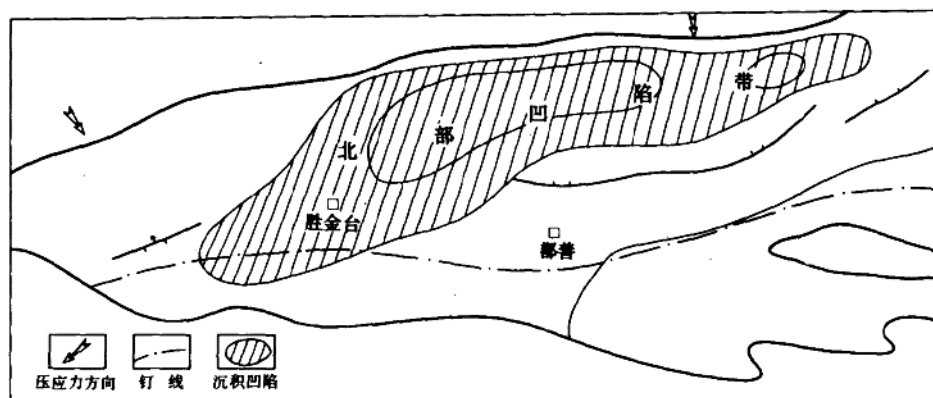


图 1-5 吐鲁番拗陷中侏罗世末期应力场方向及拗陷分布示意图

开始进入类前陆盆地阶段。类前陆盆地是指在原有前陆盆地基础之上发育的在剖面特征、沉积组合上与前陆盆地有相似之处，又有一定差异的盆地。这一时期北部博格达山自北向南冲掩，南部形成具逐渐翘倾的斜坡，发育北厚南薄的楔状体地层，沉积中心位于北部山前(图 1-5)。侏罗纪末期随着西北部喀拉乌成山的隆升，产生一系列北东向正向构造带将原有统一的拗陷分割成轴向北东的三个次级小拗陷，即西部胜金台拗陷、中部丘东拗陷和东部草湖拗陷(图 1-6)。

白垩纪一早第三纪是盆地均衡沉降阶段，早白垩世拗陷处于挤压抬升状态，在四周环山、气候干热条件下，拗陷范围进一步收缩，沉积了一套以红色粗碎屑岩为主的河流相沉积，西部托克逊地区受伊拉湖断层影响构造沉降，再次成为拗陷(图 1-7)，东部哈密地区及北部山前主要表现为博格达山由北向南挤压作用，挤压强度不大，只在山前形成一系列沿山体走势平行的挤压冲断构造。以河流相及冲积-洪积相为主的鄯善群桃树园子组及葡萄沟组，呈广覆式沉积，超覆在下伏不同层位的地层之上，沉积范围扩大到全盆地，至此吐鲁番盆地又完全统一起来，这种统一不是通过湖盆地的汇水，而是通过广大范围的河流相及洪积-冲积扇的连接得以实现的。

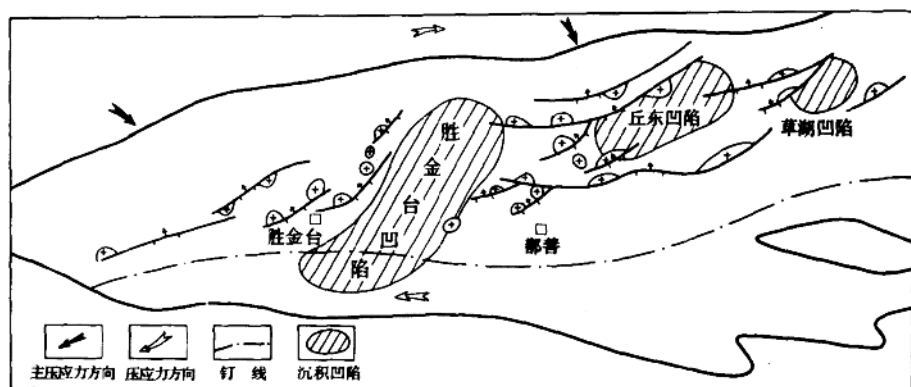


图 1-6 吐鲁番拗陷侏罗纪末期应力场方向及凹陷分布示意图

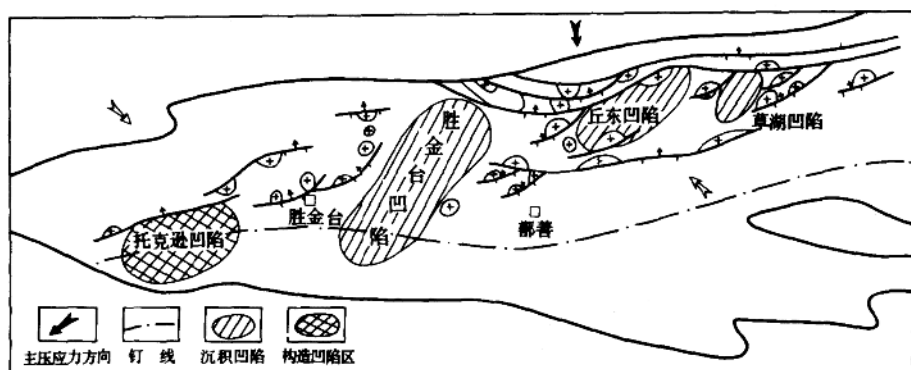


图 1-7 吐鲁番拗陷白垩纪末期应力场方向及凹陷分布示意图

### 三、晚第三纪至第四纪：新天山山间盆地形成

新天山的隆升与一系列地体和古亚洲大陆南缘碰撞有关，而其最终强烈上升则与印度板块的碰撞有关，这一时期，博格达山形成“V”字型仰冲构成扇形结构，并向吐哈盆地及准噶尔盆地两侧逆冲推覆，导致吐鲁番拗陷各凹陷格局产生变化，自北向南强大的挤压应力在北部凹陷带产生沿八道湾组、西山窑组两套煤系地层的大型盖层滑脱，其前锋带形成中央背斜带，西段的火焰山构造带将早期的胜金台凹陷一分为二，形成山北的胜北凹陷与山南的胜南凹陷(图 1-8)。同时，由于滑脱作用的不均衡性，在北部凹陷带产生 4 条近南北定向的平移断层，将凹陷带分割成 5 块，各块在构造带走向、局部构造样式、数量、油气聚集条件上均有差异，至此吐鲁番拗陷南北分带、东西分块构造格局定型，次级凹陷的迁移变化终止。而哈密拗陷由于受博格达山影响较小，仍保持东北、北西向构造交织的网状构造格局。

随着喜马拉雅运动的发生，博格达山发生了强烈的隆升及向南的冲掩，与此对应，盆

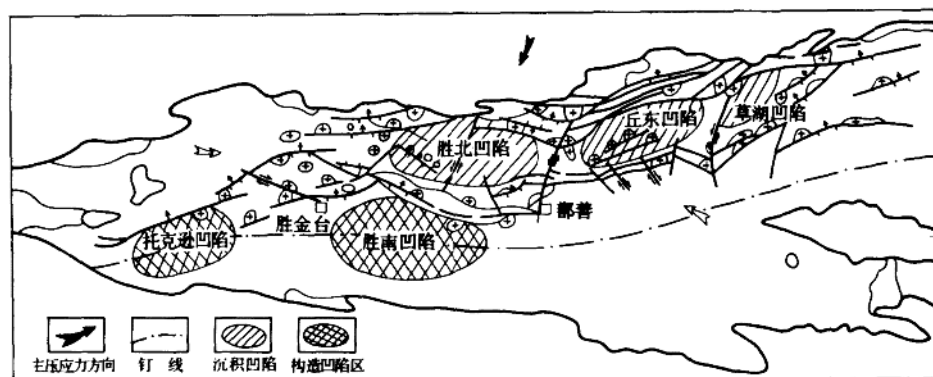


图 1-8 吐鲁番拗陷现今构造应力场方向及凹陷分布示意图

地内尤其是北部凹陷带也发生了一系列的冲断和褶皱作用,普遍遭受抬升和侵蚀。第四系在盆地中基本上是一套洪积-冲积相的磨拉石沉积,无湖盆发育,标志着盆地已经进入消亡阶段。

### 第三节 盆地构造特征

#### 一、盆地断裂特征

##### 1. 断裂基本特征

吐哈盆地经地震解释和航磁、重力等资料识别出的断裂有几百条,大部分为逆冲-逆掩断裂,其中对沉积、凹陷、二级构造带与局部构造形成有控制作用各类断层约计 210 条,按断层切割深度,这些断层可分成基底断裂和盖层断层两大类。基底断裂是指主要切割前二叠系基底,在中新生代的历次活动中不切入盖层的断裂,形成比较早,死亡也比较早。目前识别出的基底断裂近 50 条,主要分布在盆地南部与盆地边缘,占断裂总数的 25%(图 1-9)。

吐哈盆地的盖层断裂性质分为基底卷入型、薄皮滑脱型、平移断层和反转断层共四种类型,基底卷入型断裂计有 140 条,占盖层断裂 85%,按走向可分为北东向、北西向和近东西向,前两组多见于盆地东西两拗陷基岩埋深相对较浅的区域,如布尔加凸起、南部斜坡、了墩隆起与黄田凸起等部位,后一组集中于盆地南北两侧山前。薄皮滑脱型断裂约 20 条,主要分布于盆地北部凹陷带,分为北北东、北北西两组,一般成排成带分布,是燕山期强挤压作用的产物。平移断层主要有 4 条,走向北北东,集中于北部凹陷带,是在挤压不均条件下形成的主要起调节作用的断层。反转断层有 2 条,主要为走向近东西的北部凹陷带南边界断层,是早期的同生正断层因晚期构造环境的变化表现为逆断层方式的断层。

按照断裂对沉积与构造带形成的控制作用可将断裂分为三级。一级断裂 8 条,是控制

沉积发育与凹陷分布的断裂;二级断裂 22 条,控制主要二级构造带的形成,两者合计 30 条,占盖层断裂总数的 18%(图 1-10),其余断裂属三级断裂,是在二级断裂基础上派生出来的、对局部构造形成有一定作用的小断层。吐鲁番拗陷大部分盖层断裂发育于拗陷北部,这与基底断裂南多北少形成鲜明对比,是燕山运动以来挤压作用北强南弱的反映。

## 2. 断裂在沉积、圈闭形成与油气运移中的作用

吐哈盆地是一个多旋回发育的盆地,在长期的地质历史时期经历了多次构造运动的改造,如印支运动、燕山运动和喜马拉雅运动等。盆地内的断裂活动也存在与上述构造运动对应的三次主要期次。印支运动时期,受基底北西与北东向构造线的控制和影响,哈尔里克山的形成使北东-南西向挤压应力在该阶段处于主导地位,因而在盆地南中部形成一系列北西走向的逆断层,以艾丁湖斜坡最发育。燕山运动时期,喀拉乌成山隆升使周边山系应力场转变为北西-南东向。在盆地北部形成五至六排北东走向的逆断层,以北部凹陷带最发育。喜马拉雅期构造运动是一次强烈的造山运动,博格达山剧烈隆升,盆地内变形最为强烈。此时主压应力方向转为北北东-南南西向挤压,这组挤压力使印支期的北西向断裂复活,对燕山期形成的北东向断裂也进行了改造。同时,在北部凹陷带形成自北向南的滑脱,并产生一组南北向的直立断层,形成现今复杂的构造局面。

研究断层的特征、形成发育历史与性质的意义在于研究断层在沉积体系发育、构造形成、油气聚散方面的作用。从剥蚀分析看,断层对沉积的控制作用是明显的。特别是七克台断层,断层两侧侏罗系厚度差异较大,七克台断层早期是控制侏罗系八道湾组沉积的边界断层。同样的吐哈盆地北部山前各断裂、西部布尔加凸起断裂及东部哈密拗陷的三道岭断裂等,都是对沉积凹陷起控制作用的断裂,是划分一级构造单元的边界线。

前文所述的各二级断层往往是盆地中形成各二级构造带的主控断层,这些断层形成早、规模大、断开层位多,是其顶部构造的主要油气运移通道。

不同成因的断层形成不同类型的圈闭构造。断至基岩的断裂形成的顶部构造,派生断层少,相对完整,面积大,油气保存条件比较有利。薄皮滑脱断层,其前峰带是形成构造圈闭的有利场所。多期滑脱作用可造成多次前峰带,形成的构造成排成带展布,北部凹陷带内的几排构造就是多期滑脱作用的结果。

不同发展历史的断层形成不同时期的圈闭构造。印支期之前由北西向断裂控制形成的北西向构造圈闭比较发育,但由于印支运动末期的抬升夷平作用破坏较严重,构造的完整性和保存条件不好。燕山运动作用造成的北东向断层所形成的北东向构造带是目前盆地内与油气生成、运移配套最好的构造圈闭,这类构造只要在生油凹陷内有油气运移通道,自身具备储盖条件,晚期未被破坏,都能形成油气藏。吐哈目前找到的油气田中,由北东向断层控制的构造油藏约占 80%。喜马拉雅运动作用形成的北西向断层和南北走向断层只起到对燕山期北东向断层的切割破坏作用,使早期油气藏再次运移形成次生油气藏。



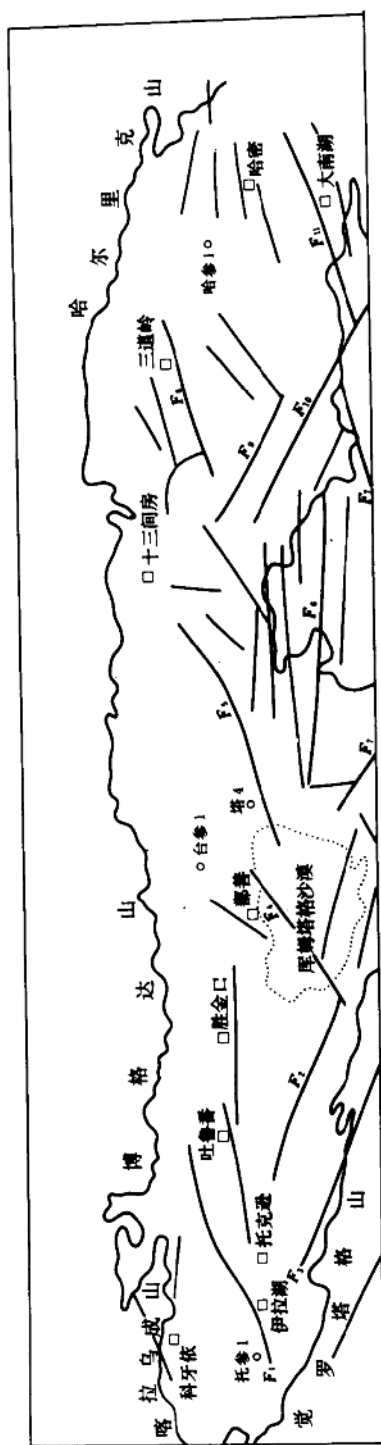


图 1-9 吐哈盆地基底断裂分布图

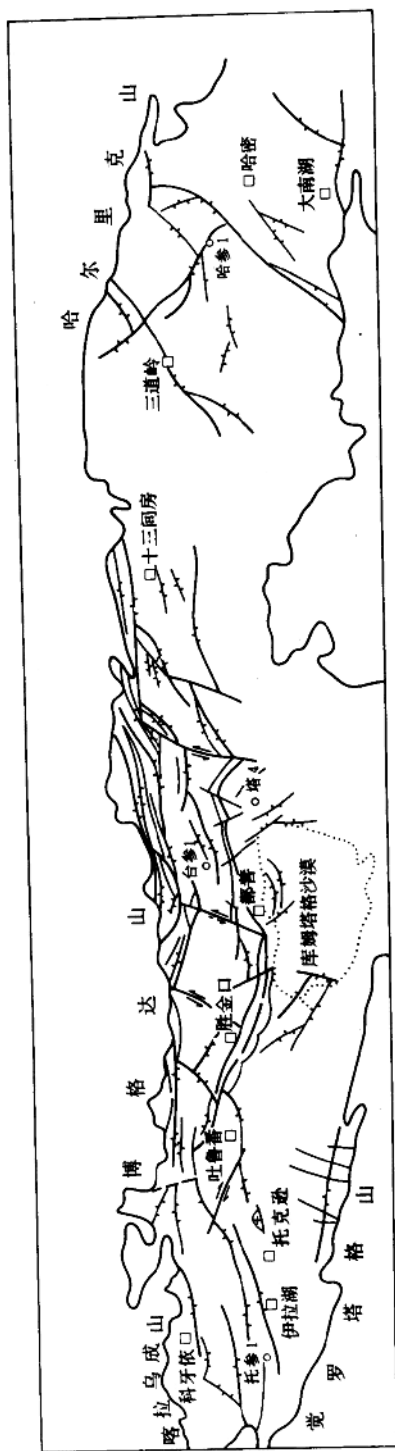


图 1-10 吐哈盆地盖层断裂分布图