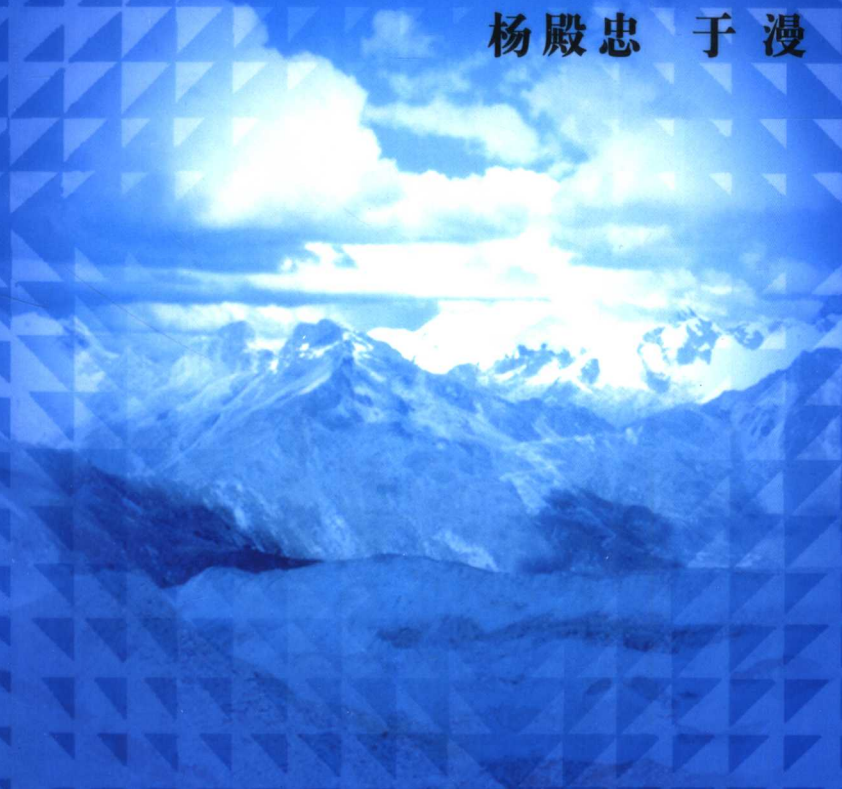


国家自然科学基金资助项目

吐哈盆地

铀有机地球化学研究 及侏罗系划分

杨殿忠 于漫 著



地质出版社

新疆维吾尔自治区地质矿产研究所

吐哈盆地

有机地球化学研究
及烃源岩划分

周建群 王 强 编



地质出版社

国家自然科学基金资助项目

吐哈盆地铀有机地球化学 研究及侏罗系划分

杨殿忠 于 漫 著

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书主要从两方面对吐哈盆地砂岩型铀矿床进行研究,一是吐哈盆地侏罗纪植物群系统描述和中下侏罗统的时代划分;二是铀有机地球化学研究。

第一部分的研究中,作者对采自吐哈盆地9个钻孔中及21处地表露头点的129块古生物化石,进行了仔细的室内整理和鉴定,并将吐哈盆地植物化石自下而上划分的三个组合:①*Neocalamites hoerensis* - *Ginkgoites sibiricus* 组合;②*Equisetites brevidentatus* - *Cladophlebis kaxgerensis* 组合;③*Cladophlebis fangtzuensis*-*Raphaelia diamensis* 组合。据此将吐哈盆地中下侏罗统划分为三个组,即下侏罗统下部八道湾组、下侏罗统上部三工河组和中侏罗统下部西山窑组。

在铀有机地球化学研究中,首先对沉积环境有机质进行了分类,概括地把有机质分为非腐殖质(主要包括糖、脂类和氨基酸等)和腐殖质(又细分为黄腐酸、腐殖酸和腐黑物)。研究证实吐哈盆地腐殖质中黄腐酸的特点是C含量较低,H、S、O含量偏高,C/H原子数比较低;官能团分析证实黄腐酸的总酸基、羧基、酚羟基含量较高,反映出黄腐酸具有较高的活性。其次,发现在吐哈盆地砂岩铀矿各地球化学分带(氧化带、氧化还原过渡带和还原带)中,氧化还原过渡带中铀、有机碳和腐殖质的含量最高。实验还证实吐哈盆地砂岩铀矿的形成过程中有机质(主要是腐殖质和沥青质)的吸附作用起到了部分聚铀作用,而起最主要作用的是黄腐酸;铀的迁移过程主要是以黄腐酸铀酰络合物形式进行的。红外光谱(IR)测定结果也证实了以上观点。通过实验和分析,作者认为腐殖质(humic substances)的络作用和吸附作用在铀的迁移过程中是紧密相连的,而不是互相孤立的两种作用。在铀的迁移和沉淀富集过程中,黄腐酸和腐殖酸分别起到不同的作用。

图书在版编目(CIP)数据

吐哈盆地铀有机地球化学研究及侏罗系划分/杨殿忠,
于漫著. —北京:地质出版社,2006.7
ISBN 7-116-04580-5

I. 吐... II. ①杨... ②于... III. 侏罗纪-铀矿-
地球化学-研究-新疆 IV. P619.14

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第097543号

责任编辑:王 璞
责任校对:王素荣
出版发行:地质出版社
社址邮编:北京海淀区学院路31号,100083
电 话:(010)82324508(邮购部);(010)82324572(编辑室)
网 址:<http://www.gph.com.cn>
电子邮箱:zhs@gph.com.cn
传 真:(010)82310759
印 刷:北京地大彩印厂
开 本:787 mm × 1092 mm^{1/16}
印 张:8.25 图版:6页
字 数:200千字
印 数:1—600册
版 次:2006年7月北京第一版·第一次印刷
定 价:25.00元
ISBN 7-116-04580-5/P·2602

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

目 录

第一章 吐哈盆地区域地质背景	(1)
第一节 盆地区域构造及基底特征	(1)
一、区域构造	(1)
二、盆地基底特征	(3)
三、盆地物源分析	(3)
第二节 地层	(5)
一、基底地层	(5)
二、盆地盖层	(5)
第三节 盆地形成演化与盆地结构	(9)
一、盆地形成演化	(9)
二、盆地结构	(11)
第四节 构造单元划分与构造特征	(11)
一、构造单元划分	(11)
二、构造特点	(11)
三、主要构造带分析及与铀成矿条件关系	(11)
第二章 吐哈盆地水文地质特征	(13)
第一节 盆地水文地质特征	(13)
一、水文地质单元划分	(13)
二、盆地地下水动力特征	(14)
第二节 吐哈盆地侏罗系地下水与层间氧化带铀矿形成的关系	(17)
一、盆地侏罗系地下水含铀性分析	(17)
二、侏罗系地下水与层间氧化带铀矿形成关系	(17)
第三章 吐哈盆地侏罗纪植物群及产铀侏罗系划分	(19)
第一节 吐哈盆地侏罗纪植物群研究	(19)
一、吐哈盆地植物化石系统描述	(19)
二、钻孔中含植物化石的代表性地层描述	(34)
三、植物化石组合研究	(45)
第二节 吐哈盆地西南部产铀中下侏罗统的划分	(49)
一、研究现状	(49)
二、产铀侏罗系划分方案	(52)
三、地层划分的识别标志	(53)
四、吐哈盆地西南部主要产铀层位的识别	(56)
第四章 铀有机地球化学研究概述	(57)
第一节 概述	(57)
第二节 沉积环境中的有机质	(57)
第三节 吐哈盆地西南部腐殖质的来源、形成及特点	(65)

一、腐殖质的来源与形成	(65)
二、腐殖质分类及特点	(68)
第四节 腐殖质的物理化学性质	(71)
一、物理性质	(71)
二、腐殖质的电化学性质	(73)
第五章 吐哈盆地西南部铀矿地球化学特征	(75)
第一节 吐哈盆地西南部层间氧化带型砂岩铀矿基本特点分析	(75)
一、概述	(75)
二、层间氧化带砂岩铀矿赋存层位	(76)
三、层间氧化带	(76)
四、铀矿体发育及矿化特征	(82)
第二节 层间氧化带砂岩铀矿地球化学特征	(83)
一、常量元素地球化学分析	(83)
二、地球化学分带中伴生元素	(84)
第六章 有机质与铀成矿关系	(87)
第一节 铀与有机质关系概述	(87)
一、概述	(87)
二、层间氧化带型砂岩铀矿与有机质宏观关系	(87)
第二节 吐哈盆地西南部层间氧化带砂岩铀矿的铀有机地球化学研究	(89)
一、样品采集	(89)
二、实验目的	(90)
三、氯仿抽提实验	(90)
四、硫化碳-N-基-吡咯烷酮 (CS ₂ -mP) 抽提实验	(92)
五、腐殖质提取实验	(92)
第三节 吐哈盆地层间氧化带砂岩铀矿腐殖质与铀成矿关系研究	(95)
一、腐殖质与金属离子之间作用关系	(95)
二、吐哈盆地黄腐酸特点	(101)
三、吐哈盆地西南部腐殖质与铀矿形成关系	(102)
四、总结	(109)
第四节 微生物及细菌在铀矿形成中的作用	(109)
第七章 粘土矿物特征及其与铀成矿关系	(111)
第一节 在自然界中腐殖质与矿物质的赋存关系	(111)
一、概述	(111)
二、粘土矿物的种类及特点	(111)
三、粘土矿物吸附机理	(112)
第二节 粘土矿物特征及其与铀成矿关系	(115)
一、粘土矿物的相对含量和元素组成特征	(116)
二、粘土矿物扫描电镜下微观分析	(118)
三、粘土矿物与铀成矿关系的讨论	(120)
参考文献	(121)
化石图版及图版说明	(125)

第一章 吐哈盆地区域地质背景

吐鲁番-哈密盆地位于新疆维吾尔自治区的东部，呈东西向展布，其地理坐标为东经 $88^{\circ}00' \sim 90^{\circ}00'$ ，北纬 $42^{\circ}20' \sim 43^{\circ}20'$ ，总面积 5.63 万 km^2 。行政上隶属吐鲁番市、哈密市、鄯善县和托克逊县管辖，区内有兰新铁路和兰新公路通过，交通十分便利（图 1-1）。

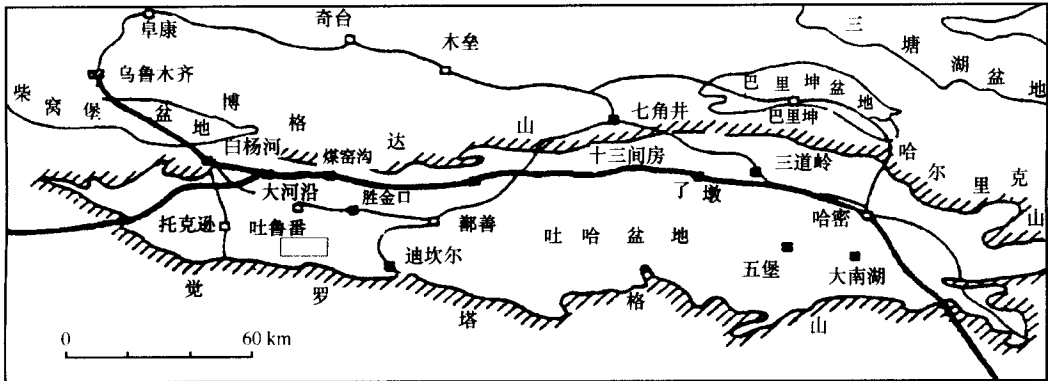


图 1-1 吐哈盆地地理位置交通图
□—勘探区位置

盆地四面环山，北邻博格达山和哈尔里克山，南以觉罗塔格山为界，西起喀拉乌成山，东至梧桐窝子泉附近，紧临马鬃山山脉，地形上总体具有东高西低、北高南低的趋势。盆地东西长达 600 km ，南北宽 $50 \sim 130 \text{ km}$ ，为一狭长的内陆山间盆地。博格达山最高海拔超过 4000 m ，是盆地的主要地下水补给区。盆地内平均海拔 $300 \sim 800 \text{ m}$ 。相对高差 $50 \sim 200 \text{ m}$ 。著名的火焰山横贯盆地中西部，绵延 200 余公里，最高海拔 851 m ，火焰山南侧有亚洲最低点的艾丁湖，位于海平面以下 152 m 。工作区就位于吐哈盆地的西南部。工作区属典型的内陆气候，夏季干燥酷热，雨量稀少，年降水量为 $15 \sim 32 \text{ mm}$ ，蒸发量远远大于降水量。昼夜温差大， $6 \sim 8$ 月份平均气温为 $25 \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，最高可达到 50°C ，素以“火州”之称而闻名于全国。冬季严寒多风，最低气温为 -30°C ，风季多集中于 $2 \sim 5$ 月，风向西北，最大风力可达八级以上，惟有春秋两季气候宜人，适于野外作业。

第一节 盆地区域构造及基底特征

一、区域构造

吐哈盆地位于哈萨克斯坦板块、西伯利亚板块和塔里木板块这三大古板块交汇处的哈萨

克斯坦板块上（图 1-2）。区域构造位置处于北天山缝合带与克拉麦里缝合带之间，属于缝合带间盆地。从地貌上看为天山山系内一个山间盆地。在遥感图像上（图版 10-6），盆地呈东西长条状，轮廓清楚，盆内以宽缓丘陵、戈壁和沙漠地貌为主，并可见到条带状火焰山褶皱群。盆地基底为石炭系火山岩，盆内盖层主要为三叠系、侏罗系、白垩系、古近系、新近系和第四系。其中侏罗系为主要产铀层位。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。

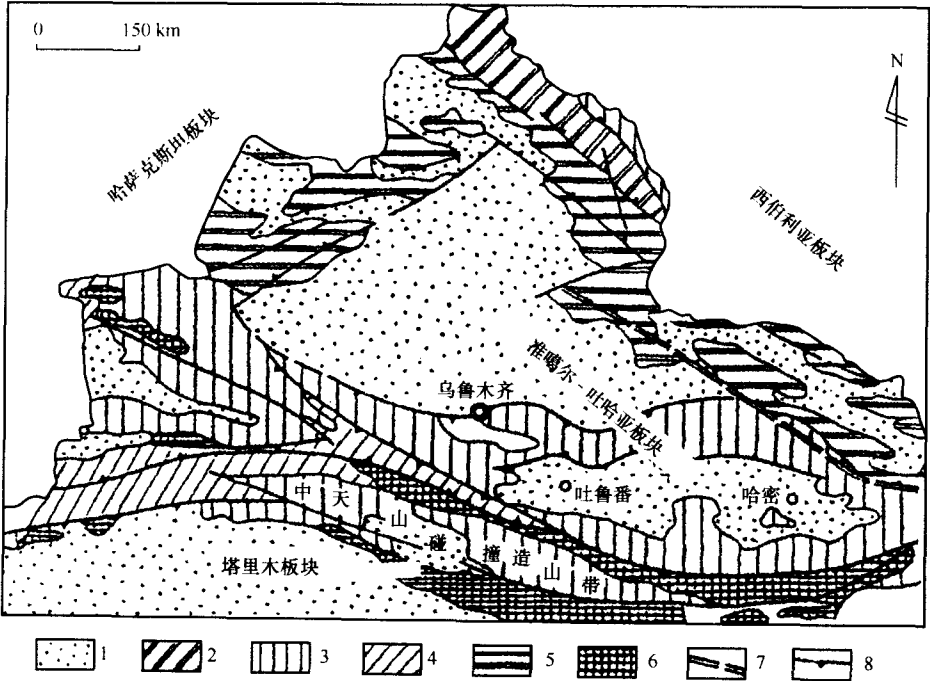


图 1-2 新疆板块构造略图

(据张鹏飞, 1997)

1—中、新生代盆地；2—寒武纪、志留纪冒地槽沉积；3—晚古生代冒地槽和岛弧沉积；4—泥盆纪冒地槽沉积；5—志留纪、泥盆纪大洋沉积；6—前寒武纪结晶基底；7—板块缝合线；8—逆冲推覆构造带

天山是准噶尔洋壳和塔里木陆块相对地向中天山地块下俯冲形成的近对称扇形叠积造山带，构成古天山基本格架。由于羌塘地块、冈底斯地块等随后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的强烈隆升和吐哈盆地的显著沉降。

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后：下部为变质橄榄岩，中部为基性杂岩，上部为枕状熔岩、中基性火山岩和硅质岩。其上为下石炭统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，使蛇绿岩连同石炭纪地层形成叠瓦冲断带主体，向南逆掩到准

噶尔-吐哈盆地的侏罗纪地层之上。

博格达山是由准噶尔-吐哈板块内火焰山裂陷槽演化而来的,主体表征为石炭系一二叠系构成的向南和向北逆冲推覆的构造特征,呈正扇形结构,西南与依连哈比尔尕山构造带呈雁列式相邻,东北则与哈尔里克山构造带斜列式相连。

晚石炭世一早二叠世,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一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。两侧主断裂应为火焰山断层,北侧主断裂应为阜康断层。

自晚二叠世开始,裂陷期的地堑构造格局就已经消失,形成相互联通的陆架盆地,海水逐渐变浅直至出现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确显示出负异常,说明在高山下没有地幔下拗现象,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。

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,局部夹变质花岗质侵入岩。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。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

盆地基底属于哈萨克斯坦板块中准噶尔-吐哈亚板块的一部分,在航磁图像上表现为相对均一的浅色调,并且与准噶尔盆地有较好的相似性。研究认为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,并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、钻孔资料和地震剖面追踪对比分析,盆地内存在上古生界($C-P_1$),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,北部基底是以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。

具双重基底,且上层基底南北不同是吐哈盆地基底的最主要特征。

三、盆地物源分析

二叠纪—白垩纪时,吐哈盆地既有来自南部的物源也有来自北部奇台古隆起等的物源,甚至还有地块内部局部的物源,但主要的物源以南部为主。从新近纪起,统一盆地形成,四周均有物源供应。因此,从二叠纪—白垩纪,盆地南部是主要汇水区,同时也是主要的物源供给区。加之觉罗塔格山较博格达山老,经长期剥蚀夷平,觉罗塔格山已不陡峻,使塔里木

北缘隆起和中天山、觉罗塔格山等地的古老变质岩、泥盆纪—石炭纪火山岩、海西期花岗岩都成为物源成分。中侏罗世之后，博格达山尽管也在隆起，但由于南部逆冲断层发育，山势陡峻，汇水范围小，主要在山前局部地段形成洪冲积扇沉积。就整个盆地而言，它不可能是主要物源区。即使到了燕山运动期，虽然博格达山不断向南推挤，北缘逆冲断裂向地块内发育，盆缘中生界受挤压而褶皱，沉降中心不断南移，但盆地古地理总格局未变，物源主供应渠道也无大的改变。直至喜马拉雅运动期，由于强烈的构造变动，博格达山急剧隆升，地块北半部逆冲断裂强烈活动，整个北半部叠覆上升，中央断背斜带形成，地块以南的物源已难以到达盆地北部，因此，北半部的物源开始主要来自博格达山和哈尔里克山。而中央断背斜带以南的吐鲁番坳陷南半部，由于受四面隆起的影响，逐渐发展为盆地新的沉积中心。其南部的觉罗塔格山由于长期遭受上升剥蚀，相对固结程度已较高，多为低山丘陵，加之不是南高北低的斜坡，因此不利于风化产物向盆地方向搬运。同时，由于中央隆起的影响，中央断背斜带以北的物源无法到达沉降中心，遂使艾丁湖一带成为亚洲大陆上的最低点，因此吐哈盆地实际上是一个非补偿性盆地（据李文厚，1996）。

从岩石学角度或地球化学角度分析，吐哈盆地的砂岩沉积主要属杂砂岩类，少量分属贫长石杂砂岩和长石杂砂岩，总的结构成熟度和成分成熟度均较低，表明本区砂岩主要形成于强烈剥蚀及快速搬运的沉积环境中。觉罗塔格山和博格达—哈尔里克山的中、酸性火成岩是其主要物源。根据砂岩稀土元素分布特点及惰性痕量元素比值可以得出，沉积物的物源来自上地壳即大陆壳内，吐哈盆地为坐落于陆壳之上的沉积盆地。由于构造运动的影响，砂岩成分随时间发生改变，可以划分出二叠纪、三叠纪—侏罗纪以及白垩纪—新近纪三个重要演化阶段。在晚二叠世，觉罗塔格山隆起强烈，吐哈盆地开始形成，接受了大量的火山碎屑沉积，形成成分成熟度较低的砂岩；三叠纪—侏罗纪，盆地发育稳定而广阔，化学风化作用加

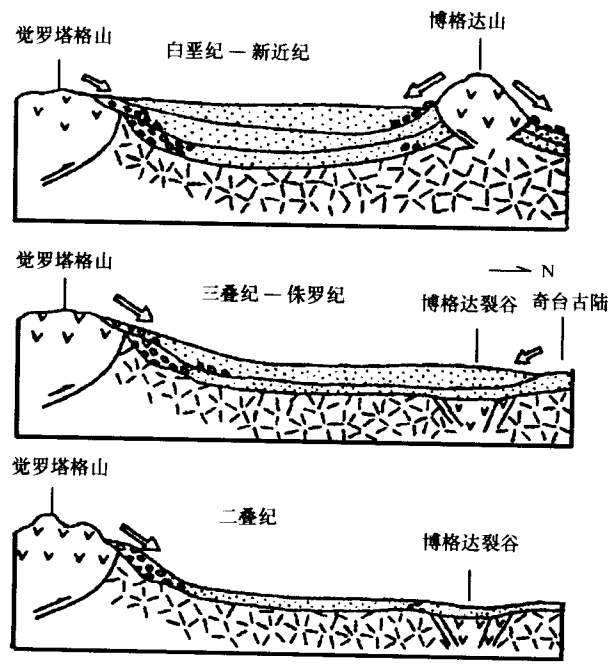


图 1-3 吐哈盆地不同时期沉积-物源关系示意图
(据邵磊等，1999 修改)

强,砂岩的成分成熟度明显提高;而在侏罗纪末,博格达山强烈隆起,构成吐哈盆地新的主要物源区,强烈的剥蚀及快速的搬运作用使吐哈盆地接受了大量不成熟的砂质沉积。

总之,盆地的物源区也随时间发生改变(图1-3)。从二叠纪到侏罗纪,盆地南部的觉罗塔格山是盆地的主要物源区,博格达山的局部隆起(如在桃树园地区)仅是次要的物源区,古流向由南向北。奇台古陆在侏罗纪时对盆地北部是一重要物源区,其导致盆地北部地区沉积物由北向南搬运。自晚侏罗世,博格达山发生强烈隆起,构成本区的另一物源区。在白垩纪,新隆起的博格达山是盆地物源的主要提供者,并且在古近纪和新近纪博格达山继续强烈隆升,成为盆地的主要物源区。在盆地东部的哈密坳陷,尽管盆地南部的觉罗塔格山是盆地的物源区,哈尔里克山一直是持续剥蚀区和本区另一重要物源区,古流向在坳陷北侧总是由北向南(邵磊等,1999)。含矿砂体中碎屑锆石 U-Pb 同位素组成测定结果表明所得到的等时线相关关系良好($R=0.98$),等时线年龄为(283 ± 67) Ma,与蚀源区斑状花岗岩形成年龄(268 ± 13 Ma)相比,在误差范围内是一致的,表明吐哈盆地含矿砂物源主要来自南部蚀源区觉罗塔格山的海西晚期花岗岩体。

以上觉罗塔格构造带与博格达山构造带是吐哈盆地形成的两个最主要构造带,它们对吐哈盆地的沉积格局及沉积物来源起着主要的控制作用。

第二节 地 层

吐哈盆地的沉积地层包括上古生界二叠系,中生界三叠系、侏罗系、白垩系,新生界古近系、新近系和第四系,最大沉积厚度可达 9000 m 左右,地层的发育程度基本受基底活动的控制,北部沉积厚度大,地层沉积序列完整,南部沉积较薄,发育不全(表1-1)。侏罗系是盆内发育最全、分布最广的一套含煤沉积盖层,主要为河、湖相的碎屑岩和河沼、湖沼相煤系建造,总厚约 400 m。中下侏罗统水西沟群在盆内分布最广,三间房组以上地层分布范围逐渐缩小。

在侏罗纪时,吐哈盆地的范围比现在的要大,曾与准噶尔盆地连为一体。

一、基底地层

主要为石炭系,分布于盆地边缘褶皱山系,盆地内亦有零星出露。岩性主要以浅海相及海陆交互相火山碎屑岩为主,海相化石十分丰富。

二、盆地盖层

1. 二叠系

二叠系分布在觉罗塔格、博格达山前缘地区,主要为一套由海、陆交互相过渡到陆相的地层。可分下二叠统阿其克拉群,上二叠统桃东沟群和下仓房沟群。岩性主要有火山碎屑岩、凝灰岩、砾岩、砂岩和泥岩夹煤线等。下二叠统阿其克拉群主要分布于白杨河北东和桃树园北东,呈北东向延伸。上二叠统主要分布于桃树园东北,呈东西向延伸,产脊椎动物和双壳类化石。

2. 三叠系

三叠系可划分为下三叠统上仓房沟群和中上三叠统小泉沟群。下三叠统出露范围局限,主要分布在北部的桃树园、柯柯亚及一碗泉地区,西部阿拉沟、鱼儿沟,东南部大南湖以西

表 1-1 吐哈盆地地层划分表

界	系	统	群	组	厚度 m	岩性描述
盆 地 盖 层	新生界	第四系		西域组 (Qx)	266	灰黑色砾岩、砂砾岩层
		新近系	中新统至上新统	葡萄沟组 (Np)	376	土黄色砾岩夹紫红色泥岩
		古近系	渐新统	桃树园组 (E _{3t})	500	中上部紫红色砂泥岩夹砂砾岩,下部为灰白色钙质砾岩
			渐新统至始新统	巴坎组 (E _{2-3b})	170	褐色泥岩夹中砂岩,含石膏薄层
			古新统	鄯善群 (K ₂ -ESh) 台子村组 (E _{1t})	93	紫红色砂岩夹厚层泥岩
	中生界	白垩系	上白垩统	苏巴什组 (K _{2s})	163	褐色砾岩、砂岩夹泥岩
				库穆塔克组 (K _{2k})	123	灰绿、紫红色砂、砾岩夹泥岩薄层
			下白垩统	连木沁组 (K _{1l})	215	紫红、灰绿色砂泥岩夹细砂岩薄层
				胜金口组 (K _{1sh})	55	灰黑色砂泥岩夹粉砂岩
				三十里大墩组 (K _{1s})	763	紫红色砂、砾岩夹砂泥岩
		侏罗系	上侏罗统	喀拉扎组 (J _{3k})	123	紫红色砂岩夹泥灰岩薄层
				齐古组 (J _{3q})	633	紫红色砂岩夹细砂岩、粉砂岩
			中侏罗统	七克台组 (J _{2q})	232	灰黑色砂泥岩夹泥岩
				三间房组 (J _{2s})	304	杂色砂泥岩夹灰白色砂岩
				西山窑组 (J _{2x})	274	灰黑色砂泥岩夹灰白色砂岩、煤层
			下侏罗统	水西沟群 (J _{1-2Sh}) 三工河组 (J _{1s})	404	灰绿、灰黑色泥岩与灰白色砂岩互层
				八道湾组 (J _{1b})	1097	上部砂泥岩夹煤层,下部砾岩、砂岩
				郝家沟组 (T _{3h})	107	砂砾岩与泥岩互层,夹煤线
	三叠系	上至中三叠统	小泉沟群 (T _{2-3Xq})	克拉玛依组 (T _{2-3k})	265	灰绿色砂泥岩与砂岩互层,有底砾岩
				黄山街组 (T _{2h})	176	深灰色泥岩夹砂岩、炭质泥岩薄层
				烧房沟组 (T _{1sh})	83	灰绿色砂砾岩与紫红色砂岩互层
		下三叠统	上苍房沟群 (T _{1Sh})	韭菜园组 (T _{1j})	118	含砾砂岩夹砂泥岩及灰岩薄层
				锅底坑组 (P _{2g})	139	泥岩与砂岩互层,夹黑色泥岩、煤线
		上二叠统	下苍房沟群 (P _{2Xc})	梧桐树组 (P _{2w})		
				泉子街组 (P _{2q})	248	砾岩与泥岩互层,夹黑色泥岩
				塔尔朗组 (P _{2t})	1058	灰绿色砂泥岩夹灰岩,有底砾岩
基 底	石炭系	C			77	火山碎屑岩、凝灰岩与砂岩互层
						海相砂泥质碎屑岩夹火山岩、凝灰岩、火山碎屑岩、碳酸盐岩等

亦有零星出露。岩性以红色湖相砂泥岩、砾状砂岩夹砾岩为主,含灰色、灰绿色砂泥岩夹层。岩性变化较明显。中三叠统、上三叠统出露情况与下三叠统相似。井下在托克逊、哈密凹陷钻遇。克拉玛依组为黄绿色砂岩与褐红色、灰绿色泥岩互层,底部夹黄绿色底砾岩。黄山街组为灰黄色、黄绿色块状砂岩与灰绿色泥岩互层,含黄铁矿结核。郝家沟组为深灰色泥岩、砂质泥岩夹煤线或薄煤层,底部见灰黄色砾岩或含砾砂岩。上述三组岩性比较稳定,颗

粒总的变化趋势是由中部向西、向东变粗。

三叠系的厚度在西部最大，在布尔加地区可达 1500 m 以上，托克逊县以南减薄以至尖灭；北部凹陷带地层最厚处约 2000 m；东部哈密地区以四堡以东最厚，在 1800 m 以上，以此为中心向西、向东减薄。二叠系含丰富的动植物化石。

3. 侏罗系

侏罗系在盆内是发育最全、分布最广的一套沉积盖层。盆地周边及中央火焰山隆起带均有出露。主要为河、湖相的碎屑岩和河沼、湖沼相煤系建造。岩性主要由砂砾岩、砂岩、泥岩及煤层所组成，与下伏地层呈整合或假整合接触。侏罗系可分下、中、上三统。下侏罗统分八道湾组和三工河组；中侏罗统分为西山窑组、三间房组和七克台组；上侏罗统分为齐古组和喀拉扎组。中下侏罗统八道湾组、三工河组与西山窑组合称水西沟群，在盆内分布最广，三间房组以上地层分布范围逐渐缩小。

侏罗系主要出露于盆地西南部的艾维尔沟，科牙依至伊拉湖；北部的桃树园子、煤窑沟、七泉湖至三道岭地带。在盆地的南缘出露于艾丁湖以南的迪坎尔沙尔湖、大南湖等地。在盆地的中央隆起带也有出露（图 1-4）。

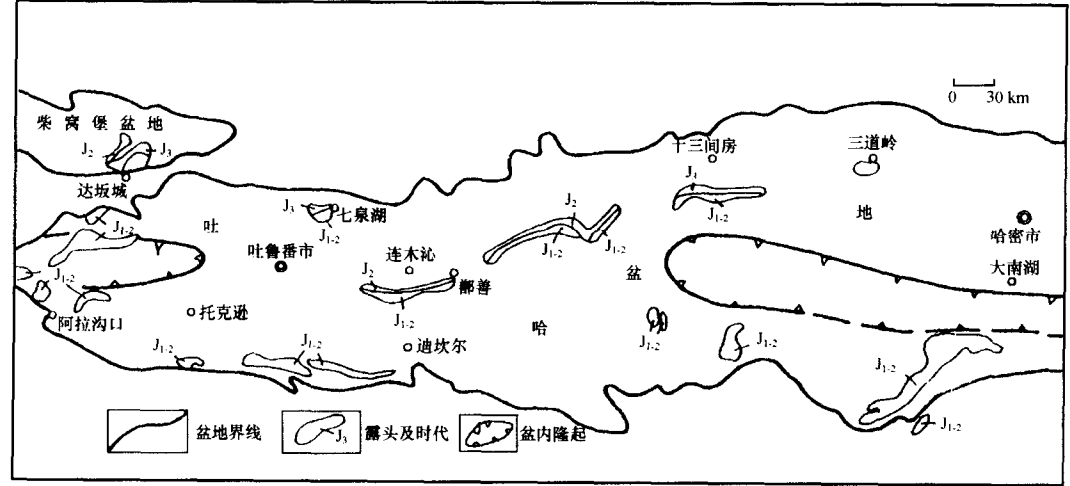


图 1-4 吐哈盆地侏罗系分布图
(据符俊辉, 1998)

八道湾组 主要分布于盆地西部吐鲁番凹陷，多连续沉积于上三叠统之上。岩性以砾岩、砂砾岩、砂岩、泥岩为主，夹有可采煤层及菱铁矿透镜体。盆地内该组沉积主要发育扇三角洲沉积体系，包括辫状河三角洲和曲流河三角洲，沉积物主要来自南部觉罗塔格山。主要植物化石 *Cladophlebis*（枝脉蕨），*Neocalamites* 等植物组合。八道湾组在盆地内分布较广，在台北凹陷胜北次凹和丘东次凹最为发育，最大厚度可达 800 m，向西减薄，向东过红台断裂缺失，由北向南变薄，过火焰山-七克台断裂逐渐尖灭。托克逊凹陷主要分布于凹陷中心，岩性较粗，煤层厚度大、层数多，底部多为角砾岩，厚度约 200 ~ 400 m。在哈密凹陷，地层呈北厚南薄、西厚东薄趋势，凹陷北部厚度可达 700 m，向南至南缘超覆尖灭，岩性横向变化大，北细南粗，三道岭至三堡一带煤层发育。八道湾组是在盆地不断向外扩张超覆的背景下所接受的一套以粗碎屑岩为主的含煤沉积。印支运动曾将盆地基底抬升，导致了

盆地沉降之后所沉积的八道湾组厚度的不均一性。

三工河组 其分布范围与八道湾组大体一致, 沉积范围略有扩大, 多数地区表现为与八道湾组连续沉积, 仅在吐鲁番凹陷的边缘地带, 该组超覆不整合于上古生界之上。总体看, 吐鲁番凹陷三工河组的岩石构成稳定, 岩相单一, 主要由灰黑或灰绿色泥岩、砂泥岩类、泥灰岩透镜体组成含双壳类、介形类化石, 属湖泊(滨浅湖)沉积体系, 其厚度自西向东有变薄的趋势。三工河期为吐哈盆地湖泊大规模扩张期, 湖泊范围扩大, 沉积物分布范围也扩大。三工河组以层次清楚、颜色混杂(俗称虎皮层)、岩性稳定、厚度变化不大、分布普遍为其特征, 为地层对比的良好标志层。三工河组在局部与上覆地层中侏罗统西山窑组呈不整合接触。

西山窑组 西山窑组的沉积范围远大于三工河组, 它除在吐鲁番凹陷连续覆于三工河组之上外, 还有向盆地东部扩张之势。在哈密凹陷和大南湖凹陷, 超覆不整合于上古生界之上。西山窑组主要由深灰色或浅灰色砂岩、含砂砾岩、粉砂岩及灰绿色泥岩和煤等组成。在盆地两端沉积厚度较大(660 m左右), 由数个扇三角洲沉积单元组成。在吐鲁番地区主要由几个大型扇三角洲体系单元组成。盆地东部沉积厚度较薄, 下部有碎屑流和泥石流砾岩, 属冲积扇沉积体系; 中部逐渐过渡为扇三角洲沉积体系。植物化石非常丰富, 主要有 *Cladophlebis*、*Coniopteris*、*Czekanowskia*、*Equisetites* 等, 孢粉主要以蕨类(石松、芦木及真蕨)、银杏、苏铁类及双气囊花粉为特征。西山窑组是在充填三工河期扩张湖盆过程中沉积的, 因为当时吐哈盆地盆缘构造活动已基本处于平静期, 地形坡度平缓, 所以西山窑组沉积物一般偏细, 地层分布范围较三工河期要大, 连盆地内的沼和泉隆起和了墩隆起之上也都有该地层分布, 南部艾丁湖、沙尔湖及大南湖等地也接受了西山窑组含煤沉积。

三间房组 其沉积范围略有缩小, 主要分布于托克逊—吐鲁番—鄯善以北地区, 与下伏西山窑组呈假整合接触。主要表现为由粗到细的正旋回沉积特征。岩性主要为砾岩、砂岩及泥岩夹煤线。总体上, 自西向东, 自南向北粒度有变细的趋势, 为河湖沉积体系。

七克台组 分布同三间房组, 下部为灰黄、黄绿色厚层状砂岩, 上部为绿色泥岩及泥页岩夹粉砂岩、泥灰岩薄层。以台北拗陷为中心向四周略有变粗趋势。

齐古组 岩性较稳定, 由一套杂色到紫红色的砂泥岩组成, 泥质层多而厚, 构成盆地区域性盖层。其下部为紫红色砂泥岩夹绿色薄层粉砂岩、砂岩, 含介形虫和丰富的叶肢介化石, 上部为棕红色细砂与紫红色砂泥岩互层。

喀拉扎组 为河流沉积, 仅在火焰山一带出露, 岩性以棕红色砂岩为主。常见有干裂和钙质结核, 含脊椎动物化石, 厚度变化明显, 总体上由北向南东有变薄趋势, 西部和南部边缘被剥蚀。

4. 白垩系

分布于盆地中部火焰山隆起带和东部三间房、了墩及三道岭以南地区, 出露零星, 在西部及南北边缘地区缺失。该系地层具有粗—细—粗的韵律结构。与下伏侏罗系呈不整合接触。可分为下统三十里大墩组、胜金口组和连木沁组, 上统木塔克组和苏巴什组。

5. 古近系和新近系

分布范围广泛, 几乎遍及整个盆地, 主要见于火焰山中央隆起带及西部伊拉湖地区, 沿盆地南北缘有零星出露。岩性主要为红色砂砾岩。古近系与下伏白垩系呈不整合接触。古近系可分台子村组、巴坎组、桃树园组, 新近系为葡萄沟组。局部地区直接不整合覆盖于侏罗系之上。

6. 第四系

为一套山前洪积相的砾岩、砂砾岩，主要分布于盆地周边山前地带。其中北部山前最发育，规模巨大，并构成广阔冲积扇裙。

第三节 盆地形成演化与盆地结构

吐哈盆地是多阶段、多类型盆地叠置形成的多旋回复合盆地。盆地演化史主要分三个时期，为晚二叠世—三叠纪、侏罗纪—早古近纪、新近纪—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。由于盆地南北两侧边界山体形成演化、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。盆地东西两个坳陷因周边山系演变历史与所处构造位置不同，演化既具相同性也有差异性。

一、盆地形成演化

吐哈盆地的形成演化可划分为如下三个阶段。

1. 晚二叠世—三叠纪——弧后前陆盆地形成阶段

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，南北两侧前陆坳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、鄯善凹陷、库木凸起和塔南凹陷，地层总体南厚北薄，在晚二叠世和晚三叠世有两次沉积间断。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。由于博格达山隆升影响尚未波及整个吐鲁番坳陷，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某种的统一关系。

此时哈密坳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。

2. 侏罗纪—古近纪——类前陆盆地形成阶段

三叠纪末期的印支运动是盆地内一次较强烈的填平补齐性质的构造运动，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，成为盆地中新生代地层沉积的主要物源区。吐鲁番坳陷统一成一体。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、中侏罗世时整个盆地内为沼泽、平原相沉积。吐鲁番坳陷沉积中心逐渐由西部、南部迁移至北部山前。

中侏罗世末期，盆地西北缘的喀拉乌成山剧烈隆升，在坳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，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，剖面特征、沉积组

合与前陆盆地既有相似之处，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。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凹陷分割成轴向北东的三个次级小凹陷，即西部胜金台凹陷、中部丘东凹陷和东部草湖凹陷。

白垩纪—古近纪是盆地均衡沉降阶段，早白垩世坳陷处于挤压抬升状态，在四周环山、气候干热条件下，坳陷范围进一步收缩，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出现构造沉降，再次成为凹陷，东部哈密地区及北部山前主要表现为博格达山由北向南的挤压作用，挤压强度不大，只在山前形成一系列与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及桃树园子组和葡萄沟组，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，至此吐哈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。

3. 新近纪至第四纪——新天山山间盆地形成阶段

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，导致吐鲁番坳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。同时，由于滑脱作用的不均衡性，在北部凹陷带产生4条近南北向的平移断层，将凹陷带分割成5块，各块在构造走向、局部构造样式、数量上均有差异，至吐鲁番坳陷南北分带、东西分块构造格局定型，次级凹陷的迁移变化才终止。而哈密坳陷由于受博格达山影响较小，仍保持北东、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。

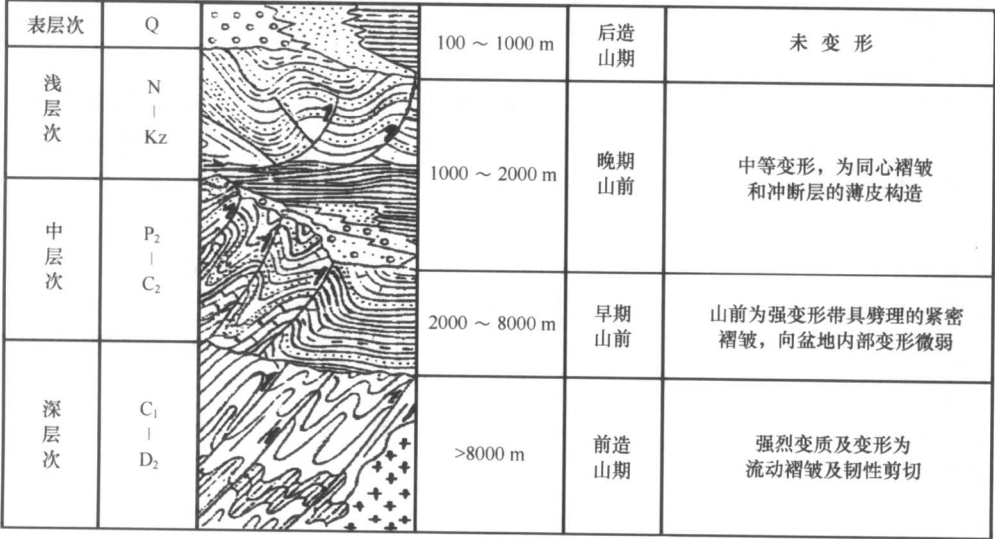


图1-5 吐哈盆地构造层次剖面图（示盆地结构）

二、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划分出四个构造层次(图1-5)。

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) 浅层次主要为中生界及古近系和新近系组成,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,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8000 m无法识别以外,其他均有不同程度的地震响应。

第四节 构造单元划分与构造特征

一、构造单元划分

在吐哈盆地的发展过程中,不同的地史时期,深层与浅层的构造由于受基底和周围山系演化以及区域构造应力场变化等多种因素影响而有很大差异,因而很难将不同时期的构造划归一套构造单元之中。受勘探条件限制,盆地内上二叠统一三叠系的许多基本地质特征还没有勘探清楚,划分出其相应构造单元还有一定难度。侏罗系富含石油、煤炭等多种矿藏,是找矿勘探的重点层系,也是本次砂岩铀矿找矿的目的层,目前已获得大量一手勘探资料,为构造单元划分打下良好基础。本次构造单元划分的原则是把侏罗纪时期的隆坳面貌(兼顾二叠纪、三叠纪)作为一级构造单元划分的主要参考因素,侏罗纪发生的两期燕山运动形成的构造轮廓则作为划分二级构造单元的主要依据。侏罗系构造单元划分方案见图1-6。

二、构造特点

从构造运动的特征分析,吐哈盆地长期处于南、北向挤压应力作用的构造环境,侏罗纪后期显得特别突出。盆地受博格达山系反“S”形走向的控制,发育一系列与山体走向相平行的构造线,呈北东、北西、近东西向展布,构成多弧形的构造格局(图1-6)。其中,断裂以压扭性的逆冲断裂为主,北东、北西向较为发育,在空间组合上呈反“V”字型 and 弧形展布;而褶皱则以具扭动、冲断性质的紧闭背斜带的发育为特征。它们在空间上与断裂成组、配套,说明它们共同处在统一的构造应力场作用之中,为同期次构造变形的产物。

研究区发育的主要断裂带有博格达山前逆冲断裂带、吐鲁番逆冲断裂带、托克逊北断裂带、托克逊南-艾丁湖断裂、火焰山断裂、柯柯亚断裂等;主要的褶皱带为博格达山前背斜带、火焰山背斜带、伊拉湖-盐山口背斜带、大墩背斜带、红山-七克台背斜带、丘东背斜带、鄯善背斜带等(1998;图1-7)。

三、主要构造带分析及与铀成矿条件关系

北部坳陷带位于吐鲁番坳陷的北部,北界为博格达山山脉,南界为火焰山-七克台断裂,