

吐哈盆地侏罗系 层序地层学及复杂储层研究

纪友亮 冷胜荣 张立强 编著



石油大学出版社

登 录 号

229023

分类号

P618. 130. 2

种次号

337

吐哈盆地侏罗系 层序地层学及复杂储层研究

纪友亮 冷胜荣 张立强 编 著



石油大学 0225746

石油大学出版社

内 容 提 要

本书应用沉积学、层序地层学、石油地质学等新理论,结合吐哈盆地博格达山前构造带复杂油气储层研究实例,系统地研究、总结了博格达山前带含煤层系的层序地层格架、沉积学特征、复杂储层特征及其演化模式等。重点突出了博格达山前带复杂储层的展布特征、储集空间类型、形成机理、控制因素及演化模式、成岩作用及其有利储层和有利次生孔隙发育带的分布规律研究。同时,本书还引用了大量国内外近期研究成果,体现了理论与实践的相互结合。

本书可供广大石油地质科技工作者及有关院校石油地质、沉积学、有机地球化学、油藏工程等专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

吐哈盆地侏罗系层序地层学及复杂储层研究/纪友亮
等编著. —东营:石油大学出版社,1998.12
ISBN 7-5636-1123-1

I. 吐… II. 纪… III. ① 地层学-新疆-侏罗纪② 储集层
-研究-新疆-侏罗纪 N. P534.52

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 20510 号

吐哈盆地侏罗系层序地层学及复杂储层研究

纪友亮 冷胜荣 张立强 编 著

出版者:石油大学出版社(山东 东营,邮编 257062)

印刷者:山东昌邑印刷厂

发行者:石油大学出版社(电话 0546-8392563)

开 本:787×1092 1/16 印张:9.875 字数:253 千字

版 次:1998 年 12 月第 1 版 1998 年 12 月第 1 次印刷

印 数:1100 册

定 价:32.00 元

前 言

吐哈盆地是我国西部五大沉积盆地之一,侏罗系是其主要含油气层系。自 1989 年初盆地内的第一口科学探索井——台参 1 井获工业油气流以来,吐哈盆地已成为我国石油工业“稳定东部、发展西部”的主力战场之一,目前已探明丘陵、温吉桑等多个油气田并已投入开发。吐哈盆地已成为我国石油工业的一个重要战场。

博格达山前带位于吐哈盆地的北缘,按石油地质规律,该带应是油气聚集的重要场所,但在该构造带及其南缘多次钻探(钻探井 20 余口),均未取得令人满意的效果。主要原因是除该构造带构造复杂外,其储层特征独具特色,储层岩性复杂,成分及结构成熟度很低,横向变化快,且埋藏成岩史长,成岩作用变化复杂,孔、渗性能差,严重制约着本带油气富集的程度。因此,以沉积学、层序地层学、石油地质学等理论为指导,系统研究、总结博格达山前构造带侏罗系复杂储层特征及其演化模式等,具有重要的理论意义和实际意义。

本书的编著是以原中国石油天然气总公司重点科技攻关项目“吐哈盆地煤成烃机理及油气富集规律研究”的子课题“博格达山前构造带侏罗系复杂储层特征及评价技术研究”(1994.4)为基础编著而成。参加上述研究工作的有纪友亮、冷胜荣、张立强、张世奇、李红南以及北京石油勘探开发研究院陈丽华教授、马文杰博士等。

全书共分为吐哈盆地侏罗系含煤层系的层序地层格架及沉积学特征、吐哈盆地侏罗系煤系地层储层特征及研究方法两篇共 10 章。在内容上密切结合博格达山前构造带复杂储层特征,重点突出了博格达山前带复杂储层的展布特征、储集空间类型、形成机理、控制因素及演化模式及其有利储层和有利次生孔隙发育带的分布规律,为进一步的油气勘探和油气储层评价提供了科学依据。

本书由石油大学(华东)纪友亮、张立强和吐哈油田勘探事业部冷胜荣等编著,由纪友亮、张立强统稿。

本书的编写得到了吐哈油田勘探事业部、石油大学(华东)领导,北京石油勘探开发研究院陈丽华教授等的关心与支持,编者在此对他们表示感谢。

限于时间和水平,文中有不当之处,敬请指正。

编 者

1998 年 6 月 12

目 录

第一篇 吐哈盆地侏罗系含煤层系的层序地层格架及沉积学特征	1
第一章 研究区地质背景	1
第二章 吐哈盆地侏罗系地层岩性及古环境特征	7
第一节 吐哈盆地侏罗系地层岩性及古生物特征	7
第二节 孢粉组合特征及古气候环境	9
第三节 无机地球化学特征与水体性质	12
第三章 吐哈盆地侏罗系地震资料层序地层学特征	14
第一节 地震层序及体系域的识别标志	14
第二节 地震地质层位标定及层序、体系域的划分	18
第四章 吐哈盆地侏罗系岩心及测井资料层序地层学特征	26
第一节 单井层序地层学分析	26
第二节 剖面对比层序地层学分析	33
第五章 吐哈盆地侏罗系层序地层学地层格架的建立	38
第一节 吐哈盆地侏罗系层序地层格架的建立	38
第二节 体系域及体系域格架的建立	43
第三节 准层序边界识别及准层序类型	45
第四节 准层序组边界识别及准层序组类型	47
第六章 体系域地震相类型及其沉积体系展布特征	50
第一节 地震相分析	50
第二节 各体系域地层单元沉积环境和沉积体系分析	54
第二篇 吐哈盆地侏罗系煤系地层储层特征及研究方法	63
第七章 储层的成岩作用研究	63
第一节 储层岩石学特征	63
第二节 主要成岩作用及其对储层的影响	66
第三节 吐哈盆地博格达山前带侏罗系煤系地层储层成岩相类型及成岩相展布特征	84
第四节 博格达山前带侏罗系储层成岩阶段划分	87
第八章 煤系地层储集层成岩演化模式及次生孔隙形成机制	96
第一节 煤系地层储层成岩演化模式	96
第二节 次生孔隙的识别标志及其对储层的影响	99

第三节 次生孔隙的形成机制	103
第九章 储层微观孔隙结构	120
第一节 碎屑岩储集层的孔隙类型	120
第二节 储集层储集特性	126
第三节 储层孔隙结构特征	128
第四节 孔隙结构分形特征	139
第十章 吐哈盆地博格达山前带侏罗系储层综合评价	145
第一节 储层综合分类与评价	145
第二节 博格达山前带侏罗系储层分区综合评价	147
参考文献	151

1	第一章
2	第二章
3	第三章
4	第四章
5	第五章
6	第六章
7	第七章
8	第八章
9	第九章
10	第十章
11	第十一章
12	第十二章
13	第十三章
14	第十四章
15	第十五章
16	第十六章
17	第十七章
18	第十八章
19	第十九章
20	第二十章
21	第二十一章
22	第二十二章
23	第二十三章
24	第二十四章
25	第二十五章
26	第二十六章
27	第二十七章
28	第二十八章
29	第二十九章
30	第三十章
31	第三十一章
32	第三十二章
33	第三十三章
34	第三十四章
35	第三十五章
36	第三十六章
37	第三十七章
38	第三十八章
39	第三十九章
40	第四十章
41	第四十一章
42	第四十二章
43	第四十三章
44	第四十四章
45	第四十五章
46	第四十六章
47	第四十七章
48	第四十八章
49	第四十九章
50	第五十章
51	第五十一章
52	第五十二章
53	第五十三章
54	第五十四章
55	第五十五章
56	第五十六章
57	第五十七章
58	第五十八章
59	第五十九章
60	第六十章
61	第六十一章
62	第六十二章
63	第六十三章
64	第六十四章
65	第六十五章
66	第六十六章
67	第六十七章
68	第六十八章
69	第六十九章
70	第七十章
71	第七十一章
72	第七十二章
73	第七十三章
74	第七十四章
75	第七十五章
76	第七十六章
77	第七十七章
78	第七十八章
79	第七十九章
80	第八十章
81	第八十一章
82	第八十二章
83	第八十三章
84	第八十四章
85	第八十五章
86	第八十六章
87	第八十七章
88	第八十八章
89	第八十九章
90	第九十章
91	第九十一章
92	第九十二章
93	第九十三章
94	第九十四章
95	第九十五章
96	第九十六章
97	第九十七章
98	第九十八章
99	第九十九章
100	第一百章

第一篇 吐哈盆地侏罗系含煤层系的 层序地层格架及沉积学特征

第一章 研究区地质背景

一、研究区大地构造位置

吐鲁番-哈密盆地位于我国新疆维吾尔自治区(图 1-1),是天山褶皱系北天山优地槽褶皱带中的一个中型沉积盆地。它是在海西期回返的复向斜基础上发生、发展起来的中、新生代(包括晚二叠世)沉积盆地。盆地周围为一系列海西构造层所组成的复背斜所环绕,北部为博格达复背斜。从古板块构造观点看,该盆地处于准噶尔-北天山古洋板块向塔里木陆壳板块俯冲的沟弧带。



图 1-1 吐哈盆地地理位置图

吐哈盆地是我国西部主要含油气盆地之一,呈东西向展布于新疆东部,面积约48 000km²。它是一个在前二叠系褶皱基底上发育的以中、新生界为主体的内陆沉积盆地。其中,侏罗系厚度大于4 000m,沉积建造以湖泊、沼泽、河流相的灰黑色泥岩、煤岩及灰白色砂岩、棕红色泥岩为主,蕴藏有丰富的石油、天然气、煤炭资源。盆地内部可划分为北部坳陷、艾丁湖斜坡和南湖隆起,并可进一步划分出台北凹陷、托克逊凹陷和哈密凹陷以及6个构造带(图 1-2)。

二、吐哈盆地类型划分

现今的吐哈盆地虽然四周为褶皱山系所封闭,构成地理上的山间盆地,但盆地深部却存在着前寒武纪的结晶残块。刚性块体的存在,抑制了盆地的活动性,使其在盖层沉积的大部分阶



图 1-2 吐哈盆地构造单元划分示意图

1-煤窑构造带; 2-鄯善构造带; 3-小草湖构造带;
4-红台构造带; 5-十三间房构造带; 6-丘陵构造带

段都较稳定,而未出现山间盆地常有的剧烈构造变形、密集的线性构造和强烈的火山活动,而且在盆地充填的主要阶段,周缘山系并不十分高峻,从而表现出一定的克拉通盆地的性质。

前寒武纪的刚性结晶块体被深埋在十多公里之下,而古生界地层属经海西运动回返后变形的和不同程度变质的槽相—过渡相地层,可直接作为盆地盖层沉积基底。受其影响,盆地盖层表现出较活跃的构造变动,如强烈的侧向挤压,逆冲断层的广泛发育,背斜构造的高幅陡翼、线性排列,甚至是轴面倒转,以及盆地的多期隆升与剥蚀等。同时,由于盆地四周被山系所围,造成了多水系、多物源、分选差、砂砾混杂,甚至后期出现类磨拉石建造的沉积特点,盆地又表现出一些山间盆地的性质。吐哈盆地与其它类型盆地的基底结构对比见图 1-3。

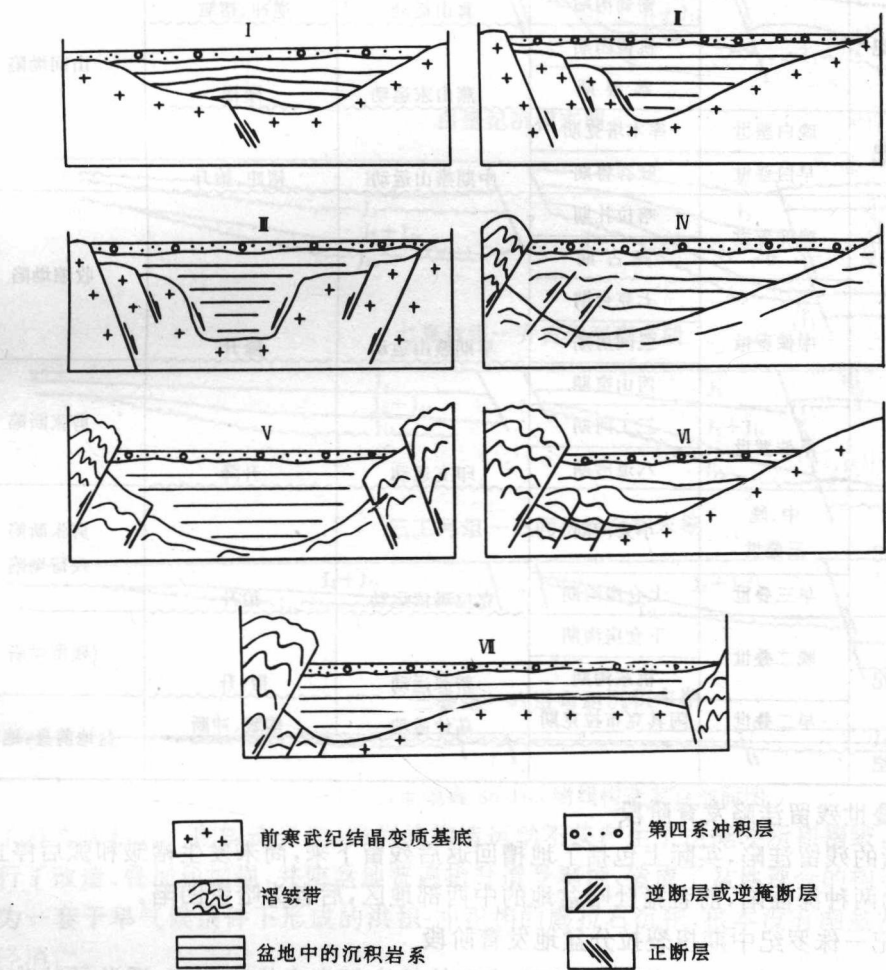


图 1-3 不同类型含油气盆地的基底结构

I—台向斜型含油气盆地; II—单断拗陷型含油气盆地; III—双断拗陷型含油气盆地; IV—山前拗陷型含油气盆地; V—山间拗陷型含油气盆地; VI—山前拗陷-地台边缘斜坡型含油气盆地; VII—山前拗陷-中间地块型含油气盆地

可见吐哈盆地貌似山间盆地,却不同于典型的山间盆地,同时又不是克拉通盆地。在其发展的不同阶段,盆地类型有明显不同,即晚二叠世具地槽回返后形成的残留盆地性质,三叠纪—侏罗纪中期属扭裂拉分盆地,侏罗纪中、后期开始转为山间盆地。

三、吐哈盆地构造演化

吐哈盆地经历了海西、印支、燕山及喜山等多次构造运动,盆地的构造演化大致经历了如下几个阶段,见表 1-1 及图 1-4。

表 1-1 吐哈盆地构造演化表

地 质 时 代				构造运动	运动性质	盆地类型
代	纪	世	期			
新 生 代	第四纪			喜山运动	逆冲、褶皱	山间拗陷
	第三纪		葡萄沟期	喜山运动	逆冲、褶皱	
			桃树园期			
			鄯善期	燕山末运动	隆褶	
中 生 代	白垩纪	晚白垩世	库木塔克期	中期燕山运动	褶冲、抬升	
		早白垩世	吐谷鲁期			
	侏 罗 纪	晚侏罗世	喀拉扎期	早期燕山运动	隆升	收缩拗陷
			齐古期			
		中侏罗世	七克台期			
			三间房期			
			西山窑期			
		早侏罗世	三工河期			剪张断陷
			八道湾期	印支运动	升降	
	三叠纪	中、晚三叠世	小泉沟期	克拉玛依运动	抬升	剪张断陷 残留拗陷
		早三叠世	上仓房沟期			
古 生 代	二叠纪	晚二叠世	下仓房沟期	新源运动	褶、升	残留拗陷
			桃东沟期			
		早二叠世	阿其克布拉克期			
	石炭纪			乌什运动	褶皱、冲断	盆地前身:地槽

1. 晚二叠世残留洼陷发育阶段

这里所指的残留洼陷,实际上包括了地槽回返后残留下来,尚未发生褶皱和弧后停止扩张而残存下来的两种深洼陷,前者指吐哈盆地的中西部地区,后者为哈密凹陷。

2. 三叠纪—侏罗纪中期扭裂拉分盆地发育阶段

进入中生代,在总体南北向挤压作用下,由于块体之间产生位移调整,诱发了吐哈盆地西部的剪张断陷,东部哈密地区则处在弧后残留凹陷强盛时期,表现为深汇水区。

3. 侏罗纪中后期—第三纪山间盆地阶段

侏罗纪中晚期,北缘山系日渐高峻,气候已由湿热渐变为半干热,盆地所处的构造环境已由扭张为主变为扭压为主,在不断抬升的总趋势下,开始步入山间盆地发展阶段,凹陷分隔性日趋加强,沉积范围大为缩小。

4. 第四纪盆地消亡阶段

上新世末的喜山运动时期,博格达山强烈隆升并由北向南掩冲。与此对应,在吐哈盆地则

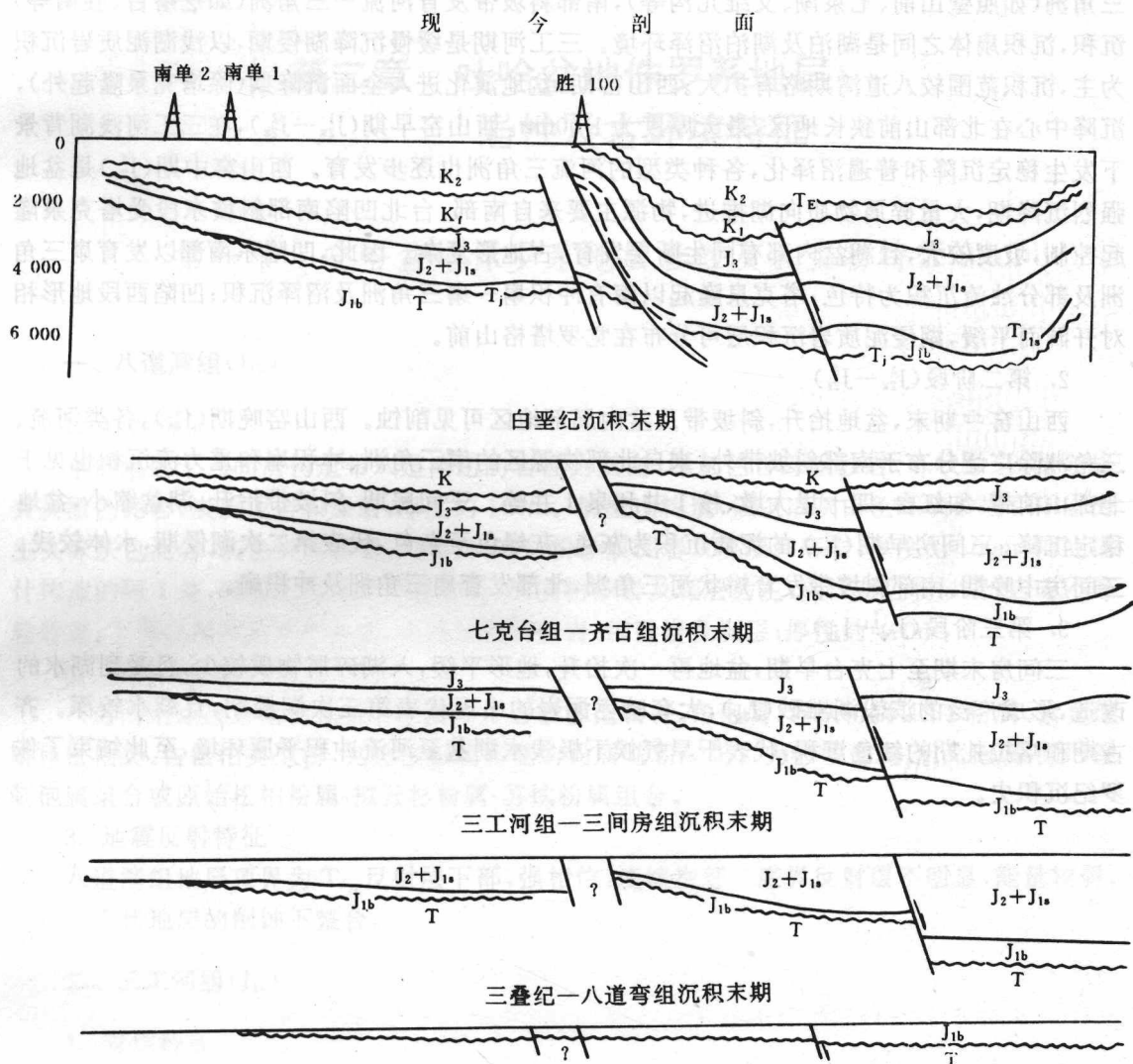


图 1-4 吐哈盆地地震 86-165 测线构造发育剖面图

发生了最为强烈的一期构造运动。强烈的构造运动不仅产生了逆掩冲断和褶皱，而且对先期构造进行了改造、叠加和加强，并使盆地普遍抬升遭受剥蚀，造成了盆地现今的构造面貌。第四系主要为干旱气候条件下形成的洪积-冲积相的磨拉石沉积，根本没有湖盆发育，标志着盆地已经消亡。

四、吐哈盆地侏罗纪沉积演化

侏罗纪，吐哈盆地经历了三个沉积阶段。第一阶段为八道湾期至西山窑中期($J_{1b}-J_{2x}^3$)，第二阶段为西山窑晚期至三间房晚期($J_{2x}^4-J_{2s}^3$)，第三阶段为七克台期至喀拉扎末期($J_{2q}-J_{3k}$)，每个阶段都经历了下降充填—湖侵—碎屑物向湖进积的过程，且每个阶段末期抬升以至剥蚀现象在斜坡较高部位均有表现。

1. 第一阶段($J_{1b}-J_{2x}^3$)

八道湾期至西山窑中期是印支运动后的首次沉降，沉积范围主要分布于十三间房—南单

2井以西,沉降中心位于北部,最大厚度为700~1000m(包括 J_{1s}),北部和西部发育冲积扇、扇三角洲(如照壁山前、七泉湖、艾维尔沟等),南部斜坡带发育河流—三角洲(如疙瘩台、胜南等)沉积,沉积扇体之间是湖泊及湖泊沼泽环境。三工河期是缓慢沉降湖侵期,以浅湖泥质岩沉积为主,沉积范围较八道湾期略有扩大。西山窑期,盆地演化进入全面沉降期(除塔克泉隆起外),沉降中心在北部山前狭长地区,最大厚度为1000m。西山窑早期($J_{2x}^1-J_{2x}^2$),在三工河浅湖背景下发生稳定沉降和普遍沼泽化,各种类型的河流三角洲也逐步发育。西山窑中期(J_{2x}^3)是盆地强烈沉降期,大量碎屑物质向湖推进,物源主要来自南部,台北凹陷南部斜坡东段受塔克泉隆起控制,坡度较大,且湖盆内部有同生断层发育,古地形复杂。因此,凹陷东南部以发育扇三角洲及部分浊流沉积为特色,塔克泉隆起以南有冲积扇—扇三角洲及沼泽沉积;凹陷西段地形相对开阔而平缓,湖侵泥质岩沉积层可分布在觉罗塔格山前。

2. 第二阶段($J_{2x}^1-J_{2x}^3$)

西山窑中期末,盆地抬升,斜坡带及盆内局部地区可见削蚀。西山窑晚期(J_{2x}^4),各类河流、三角洲除广泛分布于南部斜坡带外,来自北部物源区的扇三角洲、冲积扇和重力流沉积也见于北部山前带,如红台、四十里大墩、核1井和泉1井等。三间房期,斜坡带抬升,湖盆缩小,盆地稳定沉降。三间房早期(J_{2s}^1)的泥质沉积为灰色、灰绿色至杂色,代表第二次湖侵期,水体较浅。三间房中晚期,南部斜坡带发育辫状河三角洲,北部发育扇三角洲及冲积扇。

3. 第三阶段($J_{2q}-J_{3k}$)

三间房末期至七克台早期,盆地再一次抬升,地形平缓,入湖碎屑物质较少,且受到湖水的改造,形成广泛的滨浅湖滩砂(J_{2q}),大套暗色泥岩的出现代表第三次湖侵期,且湖水较深。齐古期和喀拉扎期的红色沉积,代表干旱气候下极浅水湖盆至河流冲积平原环境,至此结束了侏罗纪沉积史。

第二章 吐哈盆地侏罗系地层 岩性及古环境特征

第一节 吐哈盆地侏罗系地层岩性及古生物特征

一、八道湾组(J_{1b})

1. 岩性特征

东部地区十三间房构造带八道湾组的岩性为灰白、绿灰色含砾粗砂岩、砾状砂岩、细砂岩夹灰黑色泥岩、炭质泥岩和煤层,厚度约 100m。照壁山构造,该组以灰白色砾状砂岩和砂岩为主夹深灰色泥岩,灰色炭质砂岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩及煤层和砾岩,厚度为 500m。阿克塔什构造的阿 1 井,该组上部以灰黑色泥岩、泥质粉砂岩及煤层为主,夹浅灰色粉砂岩、含砾不等粒砂岩;下部以深灰色泥岩为主,夹浅灰色粉砂岩、细砂岩及煤层;厚度约 400m。

2. 古生物特征

八道湾组地层含孢粉化石。主要分子为桫欏孢属、三角孢属、苏铁粉属、四字粉属、紫萁孢属和松柏类、古松柏类孢粉,克拉梭粉属和宽肋粉属花粉少见。为桫欏孢属-紫萁孢属-圆形锥形孢属组合或原始松柏粉属-拟云杉粉属-苏铁粉属组合。

3. 地震反射特征

八道湾组地层顶界为 T_{1b} 反射层下部,强相位,连续性好。底界反射层不明显,能量较弱,可见与下伏地层的削蚀不整合。

二、三工河组(J_{1s})

1. 岩性特征

东部地区房 1 井三工河组的岩性以浅灰、灰白色厚层或块状砂岩、粉砂岩为主,夹灰、灰黑色泥岩或炭质泥岩。中部地区该组均以灰、深灰色泥岩为主,夹有浅灰色细砂岩和粉砂岩。位于西部地区的三工河组未完全揭露,为深色泥岩和灰色细砂岩。

2. 古生物特征

三工河组含孢粉化石,为桫欏孢属-苏铁粉属-脑形粉属-拟云杉粉属组合。主要分子有桫欏孢属、三角孢属、苏铁粉属、脑形粉属、四字粉属、紫萁孢属和拟云杉粉属等孢粉。其中房 1 井还见有少量轮藻化石,表明沉积时有水体。照 1 井该组为原始松柏粉属-拟云杉粉属-双束松粉属组合,裸子植物中松柏类花粉含量高,表明本井当时较接近山区。

3. 地震反射特征

三工河组底界为 T_{1b} 反射层上部,强相位,连续性好,能量强。内部为弱振幅低连续性或空白反射。

三、西山窑组(J_{2x})

1. 岩性特征

按岩性,大部分地区西山窑组均可分为三段:上部为暗棕红色、灰绿色、深灰色泥岩,灰绿色粉砂岩,泥质粉砂岩;中部为深灰、灰、灰黑色泥岩、泥质粉砂岩、粉砂岩、细砂岩,局部见煤层;下部为灰色、灰绿色粉砂质泥岩,灰色、深灰色泥岩夹灰色砂砾岩与煤层。

2. 古生物特征

西山窑组含有孢粉、轮藻以及介形类化石。孢粉为桫欏孢属-紫萁孢属-苏铁粉属组合。主要分子为桫欏孢属、三角孢属、紫萁孢属、苏铁粉属、脑形粉属、冠翼粉属、双束松粉属、单束松粉属、云杉粉属和克拉梭粉属等孢粉。

3. 地震反射特征

西山窑组底界 T_{J_{2x}} 反射层为多相位强反射,波组特征变化较大。内部为变振幅、中—低连续性亚平行反射,局部可见羽状前积地震反射。

四、三间房组(J_{2s})

1. 岩性特征

东部地区三间房组按岩性特征可以分为三段:上部以灰色、灰绿色泥岩、粉砂质泥岩为主,夹灰色粉砂岩、细砂岩和含砾不等粒砂砾岩和煤层;中部以棕、棕红、灰、灰绿色泥岩为主,夹灰色细砂岩、粉砂岩和粉砂质泥岩;下部以棕色、暗紫色、灰色泥岩为主,夹有灰、浅灰色细砂岩和粉砂岩。

中部和西部地区三间房组分为两段:上部为杂色、灰色细砂岩、砂砾岩、砾状砂岩、细砂岩与灰色、暗紫色、棕红色泥岩呈略等厚互层;下部为大套暗紫红色泥岩夹薄层杂色、灰色细砂岩、砂砾岩、砾状砂岩。

2. 古生物特征

该组见孢粉和介形类化石。孢粉为克拉梭粉属-桫欏孢属-四字粉属组合。主要分子为克拉梭粉属和桫欏孢属、三角孢属,四字粉属花粉占有相当比例,苏铁粉属、脑形粉属、冠翼粉属、金毛狗孢属、松柏类及古松柏类孢粉常见。

3. 地震反射特征

三间房组底界反射波组不明显,内部为变振幅,中等连续性,平行或亚平行反射地震相。

五、七克台组(J_{2q})

1. 岩性特征

东部地区和中部地区七克台组的底部普遍含煤层或薄煤层。上部岩性以灰、灰绿色泥岩为主夹灰色粉砂岩和砂质泥岩,下部为灰绿色、深灰色泥岩与灰色粉砂岩、砂砾岩互层。

2. 古生物特征

七克台组含孢粉化石及介形类和轮藻等化石。

孢粉为克拉梭粉属-双束松粉属-云杉粉属组合。克拉梭粉属占优势,一般含量均超过20%。在某些井,该组的克拉梭粉成为高含量分子,松柏类花粉明显增加,有双束松粉属、单束松粉属、云杉粉属和罗汉松粉属等,桫欏孢和三角孢含量已显著减少。

在红台2井该层位发现较多的介形类化石,有萨雷提缅达尔文介、窄达尔文介、常新达尔

文介、粗野季米里亚介和枣星介。泉1井有内凹达尔文介、粗野季米里亚介、丑达尔文介和萨雷提缅达尔文介等介形类化石。

轮藻化石为奴贵山开口轮藻、布氏开口轮藻。

3. 地震反射特征

七克台组的地震波特征为：底界为 T_{124} 反射层，双相位，反射能量强，波形稳定，连续性好，地震相外形为席状或席状披盖状，内部为中、弱振幅，低连续性亚平行地震相。

六、齐古组(J_{3q})

1. 岩性特征

本区所揭露的齐古组岩性一般上部粗，为杂色细砾岩、砾岩和棕红色砂质泥岩；下部岩性较细，为棕红、暗棕红、棕褐色泥岩，夹有杂色砂砾岩、浅灰色细砂岩。本组视厚度不一，因大部分井为白垩系下统的火焰山群不整合于齐古组之上，其中东部几口井厚度较大，为 311~941m，中部该层变薄或缺失，向西又有所加厚，中部和西部的厚度分别为 69.5~443m 和 319.5~550m。

2. 古生物特征

仅东部的房1井分析出孢粉化石，有三角孢属、粒面圆形孢属、苏铁粉属、拟云杉粉属、罗汉松粉属、云杉粉属、双束松粉属、单束松粉属和古松柏类花粉等，未见克拉梭粉属花粉，与吐哈大区齐古组克拉梭粉高含量（一般为 40%~60%，或更高）不相一致。表明本区所在区当时较其它地方湿润。

介形类有斯氏类女星介、尖枣星介相似种、西氏枣星介相似种、圆星介未定种、季米里亚介、丑达尔文介、萨雷提缅达尔文介等。

轮藻化石为开口轮藻未定种。

总之，吐哈盆地侏罗纪的沉积具有较明显的分带性，分为东、中、西三段。东段大致在红旗坎东段至井子山以东，中段大致位于鄯勒—照南—红旗坎西块地段，西段大致为鄯勒以西至柯柯亚煤矿至二塘沟一线。

第二节 孢粉组合特征与古气候环境

一、孢粉组合特征

前已述及，侏罗系的孢粉分布，主要由双束松粉属(*Pinuspollenites*)、原始松柏粉属(*Protoconiferus*)、克拉梭粉属(*Classopollis*)、桫欏孢属(*Cyathidites*)等 65 个属种组成。根据孢粉分布特征，自下而上可以分为 6 个孢粉组合，分别与侏罗系 6 个组相对应。

(1) 第一组合。第一组合为八道湾组的原始松柏粉属(*Protoconiferus*)-苏铁粉属(*Cycadopites*)-四字粉属(*Quadraeculina*)组合(图 2-1)。

(2) 第二组合。第二组合为三工河组的桫欏孢属(*Cyathidites*)-苏铁粉属(*Cycadopites*)-四字粉属(*Quadraeculina*)组合(图 2-2)。

(3) 第三组合。第三组合为西山窑组的桫欏孢属(*Cyathidites*)-四字粉属(*Quadraeculina*)-苏铁粉属(*Cycadopites*)组合。

(4) 第四组合。第四组合为三间房组的桫欏孢属(*Cyathidites*)-克拉梭粉属(*Classopollis*)-

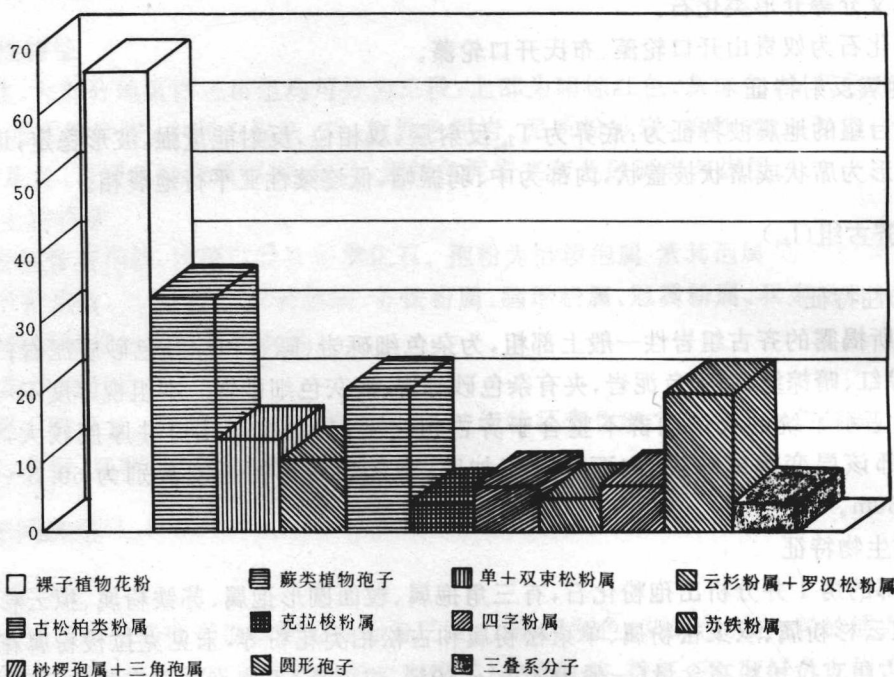


图 2-1 第一孢粉组合分布特征

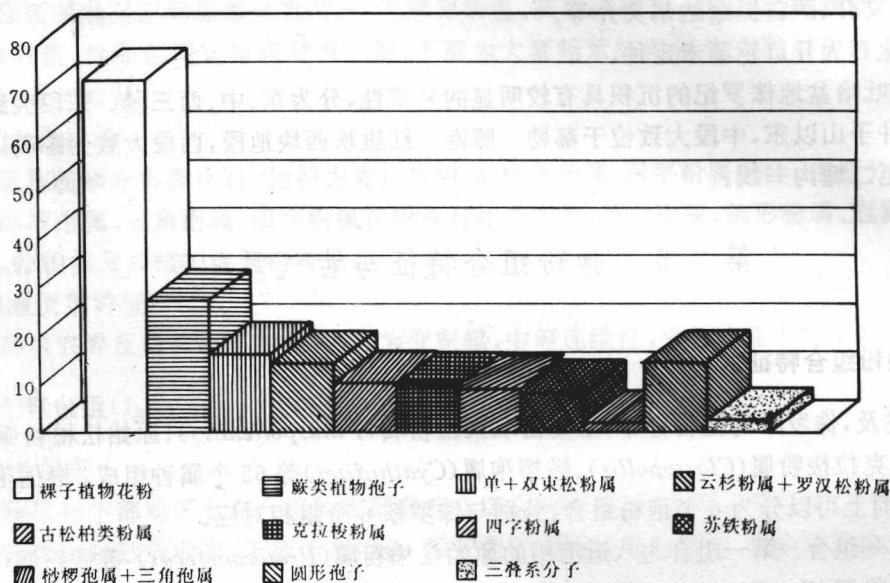


图 2-2 第二孢粉组合分布特征

紫萁孢属(*Osmundacidites*)组合。

(5) 第五组合。第五组合为七克台组的克拉梭粉属(*Classopollis*)-桫欏孢属(*Cyathidites*)-双束松粉属(*Pinuspollenites*)组合。

(6) 第六组合。第六组合为齐古组的克拉梭粉属(*Classopollis*)-双束松粉属(*Pinuspollen-*

ites)组合。

图 2-3 表示裸子植物花粉中的主要属种双束松粉属+单束松粉属、罗汉松粉属+云杉粉属、拟云杉粉属+原始松粉属、单脊双囊粉属+宽肋粉属、苏铁粉属+银杏苏铁粉属、四字粉属、克拉梭粉属,以及蕨类孢子中的桫欏孢属+三角孢属、梨形孢属在各组地层中含量的变化。

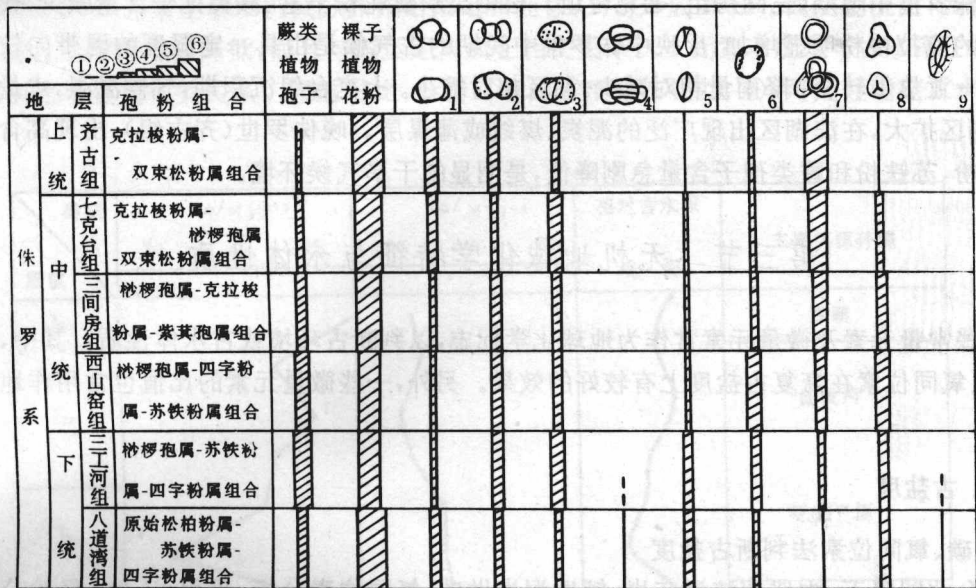


图 2-3 吐哈盆地侏罗系主要孢粉含量变化图(据金小凤,1993)

1—双束松粉属(*Pinuspollenites*)、单束松粉属(*Abietinaepollenites*);2—罗汉松粉属(*Podocarpidites*)、云杉粉属(*Piceapollenites*);3—拟云杉粉属(*Piceites*)、原始松粉属(*Protoconiferus*);4—单脊双囊粉属(*Chordasporites*)、宽肋粉属(*Taeniaesporites*);5—苏铁粉属(*Cycadopites*)、银杏苏铁粉属(*Ginkgocycadopites*);6—四字粉属(*Quadraeculina*);7—克拉梭粉属(*Classopollis*);8—桫欏孢属(*Cyathidites*)、三角孢属(*Deltoidospora*);9—梨形孢属(*Aratrisporites*);
①<2%;②<5%;③10%~20%;④20%~30%;⑤30%~40%;⑥>40%

二、不同孢粉组合反映的古气候环境

桫欏孢属、三角孢属等蕨类孢子母体植物分布于热带潮湿地区,双束松粉属、罗汉松粉属、苏铁粉属等裸子类花粉母体植物主要分布于热带、亚热带,克拉梭粉属等花粉母体植物见于干热气候区(表 2-1)。

表 2-1 吐哈盆地侏罗系主要孢粉母体植物生态表(据金小凤,1993)

孢 粉 类 型	与现存植物亲缘关系密切的科属生态特征
桫欏孢属	桫欏科,树蕨,分布于热带潮湿地区
光面三角孢属、具唇孢属	海金沙科,分布于热带、亚热带
金毛狗孢属	蕨科,主要分布于热带
石松孢属	石松科,分布于湿润的气候环境
紫萁孢属	紫萁属,陆生,根状茎,直立或斜生,分布于温带和热带
双束松粉属	松科,常绿乔木,山地针叶,分布于北半球的温带和亚热带
云杉粉属	松科,常绿乔木,山地针叶,分布于北温带和寒冷地区
雪松粉属	松科,常绿乔木,山地针叶,我国现存于西藏、华北等地
罗汉松粉属	罗汉松科,常绿乔木或灌木,分布于温带、热带或亚热带
杉科	常绿乔木或落叶乔木,常生于沼泽地,分布于亚热带和北温带
克拉梭粉属	掌鳞杉科(?),干热气候的标志植物
苏铁粉属	苏铁属,分布于东西两半球的热带和亚热带
银杏粉属	银杏属,产于日本和我国的四川