

新疆吐鲁番—哈密盆地托克逊凹陷 早侏罗世孢粉植物群及其意义

尹凤娟¹ 华 洪¹ 张子福²

(1. 西北大学大陆动力学实验室, 陕西 西安 710069;

2. 中国地质调查局西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054)

摘要: 吐鲁番—哈密盆地托克逊凹陷早侏罗世地层中产孢粉化石共 53 属 74 种。通过对纵向上典型属种及优势组合含量变化规律的分析可划分为两个孢粉组合: *Osmundacidites-Protoperinus-Cycadopites* 组合和 *Cyathidites-Piceapollenites-Cycadopites* 组合, 它们分别产自八道湾组和三工河组。根据孢粉组合特征及与国内外有关化石群进行比较, 八道湾组的时代应属早侏罗世早期; 三工河组的时代应为早侏罗世晚期。托克逊地区当时的植被是由银杏、苏铁类和松柏类等乔木, 并伴有真蕨类等草本植物组成。古气候应属亚热带气候。

关键词: 孢粉组合; 古气候; 早侏罗世; 吐鲁番—哈密盆地; 新疆

中图分类号: Q913.84 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2004)02-0186-06

吐鲁番—哈密盆地位于新疆东部, 是中国西部的重要含油气盆地之一。盆地内自晚古生代晚期开始, 尤其在中生代沉积有巨厚的陆相地层, 侏罗系则是盆地内发育最好、分布最广的沉积岩系, 并蕴藏着丰富的石油、天然气等矿产。托克逊凹陷位于吐鲁番—哈密盆地的西部, 属盆地的一个二级构造单元, 一直为油气勘探的重点地区。近年来, 笔者相继对该凹陷内乌苏 2 井、乌苏 1 井、托参 1 井和托参 2 井(图 1)侏罗系下统孢粉化石进行了系统研究, 不仅建立了本区早侏罗世孢粉组合序列, 讨论了孢粉组合的时代及古植被和古气候, 而且为托克逊凹陷侏罗纪地层的划分与对比, 为该区与国内外其他地区早侏罗世地层的对比及本区石油地质综合评价、目标选择、继续寻找有利圈闭提供了化石(图版 I)依据。

1 地层概况

根据托克逊凹陷钻井地层的岩性、电性、古生物组合和沉积相等特征, 侏罗系下统可分为八道湾组和三工河组。八道湾组为三角洲与湖泊、沼泽相交替发育的一套沉积, 在凹陷内分布稳定, 由南西向东北有减薄的趋势, 一般厚为 400~800 m, 与下伏三叠纪郝家沟组为平行不整合接触。三工河组主要为河流和湖泊相沉积, 由西向东逐渐减薄, 厚度为 100~500 m, 与下

伏地层八道湾组和上覆地层中侏罗统西山窑组均呈整合接触关系(图 2)。

2 孢粉分析结果

吐鲁番—哈密盆地托克逊凹陷早侏罗世孢粉化石丰富, 经鉴定有 53 属 74 种。根据孢粉化石在地层中的分布, 自下而上可分为二个组合, 现分别叙述如下(表 1)。

2.1 *Osmundacidites-Protoperinus-Cycadopites* 组合

分布于八道湾组(图版 I), 其组合特征如下: (1) 蕨类植物孢子多于裸子植物花粉, 前者含量为 51.8%, 后者为 48.2%。(2) 蕨类植物孢子中以紫萁科的 *Osmundacidites* 占优势, 平均含量为 13.9%, 并以 *O.wellmanii* 和 *O.alpinus* 最为常见。其次是桫欏科的 *Cyathidites* 和 *Deltoidospora*, 共占 9.6%, 主要有 *C.minor*, *C.australis* 和 *D.perpusilla*。*Duplexisporites*, *Baculatisporites* 和平共处, *Dictyophyllidites* 在组合常见, 平均含量分别为 5.0%、4.3% 和 2.8%。(3) 组合中还伴有少量的 *Calamospora*, *Punctatisporites*, *Granulatisporites*, *Apiculatisporis*, *Cyclogranisporites*, *Marattisporites*, *Converrucosisporites*, *Nevesisporites*, *Lycopodiadites* 和 *Lycopodiumsporites* 等。*Cibotiumspora*, *Annulispora* 和 *Aratrisporites* 仅个别见到。(4) 裸子植物花粉中, 以银杏、苏铁类的

收稿日期: 2003-07-05; 改回日期: 2003-12-20

基金项目: 高等学校骨干教师项目()资助。

作者简介: 尹凤娟, 女, 1956 年生, 博士, 副教授, 从事教学及微体古植物研究; E-mail: fjyin56@yahoo.com.cn。

表 1 吐鲁番—哈密盆地托克逊凹陷早侏罗世孢子花粉重要属种含量 (%) 分布
Table 1 Quantitative distribution of important Early Jurassic sporopollen genera and species in the Toksun subbasin, Turpan-Hami basin

孢粉名称	八道湾组	三工河组	孢粉名称	八道湾组	三工河组
<i>Stereisporites perforatus</i>	2.2	1.4	<i>D.perinatus</i>		0.1
<i>S.antiquasporites</i>	0.7	0.4	<i>Neoraistrickia clavata</i>	0.3	0.5
<i>Deltoidospora perpusilla</i>	3.3	6.2	<i>Nevesisporites honggouensis</i>	0.1	0.4
<i>Cyathidites minor</i>	5.7	10.1	<i>Protoconiferus funarius</i>	3.2	0.4
<i>C.australis</i>	0.6	2.6	<i>P.flavus</i>	1.9	0.8
<i>C.infrapunctatus</i>		0.1	<i>Pseudopicea variabiliformis</i>	2.2	1.2
<i>Calamospora nathorstii</i>	0.2	1.8	<i>Protopinus subluteus</i>	8.3	0.4
<i>Punctatisporites</i> sp.	1.1	0.7	<i>P.vastus</i>	1.0	2.0
<i>Granulatisporites aspre</i>	3.7	2.5	<i>Piceites cf.expositus</i>	2.6	4.7
<i>Apiculatisporis pavispinosus</i>	0.4	1.2	<i>Alisporites robustus</i>	1.4	
<i>A.variabilis</i>		1.9	<i>A.parvus</i>		0.1
<i>Cyclogranisporites pisticus</i>	3.1	1.8	<i>Pinuspollenites divulgatus</i>	1.7	1.8
<i>Foveosporites</i> sp.		0.2	<i>P.positus</i>		0.7
<i>Converrucosisorites</i> sp.	0.9	0.2	<i>P.minimus</i>	0.3	
<i>Baculatisporites comanunensis</i>	3.2	3.7	<i>Piceapollenites exilioides</i>	1.0	7.2
<i>B.papillosus</i>	1.1		<i>P.complanatiformis</i>	2.5	3.2
<i>Osmundacidites wellmanii</i>	7.4	5.2	<i>Podocarpidites formis</i>	2.8	2.0
<i>O.alpinus</i>	6.5	1.5	<i>P.multesimus</i>		0.9
<i>Marattisporites scabratus</i>	0.3		<i>Cedripites</i> sp.	0.7	
<i>Dictyophyllidites mortoni</i>	2.8	0.2	<i>Taeniaesporites novmundi</i>	0.1	
<i>D.harrisii</i>		0.2	<i>Chordasporites singulichorda</i>	1.1	
<i>Verrucosisorites undulates</i>	0.8	0.1	<i>C.sp.</i>	0.2	0.4
<i>Klukisporites variegates</i>		0.2	<i>Quadraeculina enigmata</i>	2.2	2.3
<i>Lycopodiacidites frankonense</i>	1.3	0.2	<i>Q.limbata</i>		3.9
<i>Lycopodiumsporites paniculatoides</i>	0.1		<i>Protohaploxypinus</i> sp.	0.1	
<i>L.pseudoannatinus</i>		0.1	<i>Colpectopollis</i> sp.	0.1	
<i>L.krikoma</i>		0.1	<i>Psophosphaera</i> sp.	0.4	0.1
<i>L.subrotundus</i>		0.3	<i>Araucariacites australis</i>	1.3	0.2
<i>L.semimuris</i>	0.3	0.1	<i>Inaperturopollenites</i> sp.	0.2	
<i>Lophotriletes</i> sp.	0.1		<i>Perinopollenites elatoides</i>	0.5	
<i>Cibotiumspora juncta</i>	0.1	0.4	<i>Cerebropollenites mesozoicus</i>	0.5	0.2
<i>C.paradoxa</i>		0.4	<i>C.cf.carlylensis</i>		1.7
<i>Biretisporites potoniaei</i>	0.3	0.3	<i>C.papilloporus</i>		0.1
<i>B.comaunensis</i>		0.6	<i>Callialasporites</i> sp.		0.4
<i>Duplexisporites problematicus</i>	2.2		<i>Chasmatosporites triangulates</i>	0.2	
<i>D.papilloperus</i>	2.8		<i>C.apertus</i>	2.4	1.0
<i>D.gyratus</i>		0.3	<i>C.elegans</i>	0.6	0.4
<i>D.amplectiformis</i>		0.1	<i>Cycadopites nitidus</i>	5.0	8.7
<i>Limatulasporites limatulus</i>	0.1		<i>C.subgranulosus</i>	1.2	
<i>Annulispora granulata</i>		0.2	<i>C.granulatus</i>	1.4	4.3
<i>A.perforata</i>	0.6		<i>C.typicus</i>	1.8	2.3
<i>A.microannulata</i>	0.6		<i>Classopollis annulatus</i>	0.1	0.7
<i>Acanthotriletes</i> sp.	0.3		<i>C.classoides</i>		1.1
<i>Aratrisporites</i> sp.	0.1				
<i>Cingulstiosporites</i> sp.	0.3	0.4			
<i>Densoisporites microrugulatus</i>	0.1				

Cycadopites 含量最高,占孢粉总数的 9.6%,常见种有 *C.nitidus*, *C.subgranulosus* 和 *C.typicus*。松柏类的无肋双囊粉含量很高,主要有 *Protopinus* (9.3%), *Pseudopicea* (2.2%), *Protoconiferus* (5.1%), *Piceites* (2.6%), *Alisporites* (1.4%), *Pinuspollenites* (2.0%), *Piceapollenites* (3.5%), *Podocarpidites* (2.8%)。 *Quadraeculina* 在组合中常见,平均可达 2.2%。具肋双囊粉 *Chorda sporites* 在组合中为数不多,占 1.3%,而 *Taeniaesporites* 和 *Protohaploxypinus* 也只是个别见到。(5) 组合中还有少量的 *Psophosphaera*,

Araucariacites, *Inaperturopollenites*, *Perinopollenites* 和 *Cerebropollenites*, 其平均含量均不超过 2%。

22 *Cyathidites-Piceapollenites-Cycadopites* 组合

分布于三工河组(图版 I),其组合特征如下:(1)裸子植物花粉多于蕨类植物孢子,前者为 53.3%,后者为 46.7%。(2)蕨类植物孢子中,桫欏科孢子 *Cyathidites* 和 *Deltoidospora* 含量较前一组合有明显增加,共占 19.0%,而 *Osmundacidites* 含量有所下降,平均达 6.7%。 *Baculatisporites*, *Calamospora* 和

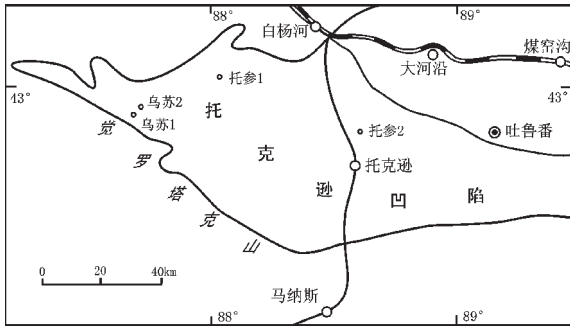


图 1 托克逊凹陷钻井位置示意图

Fig. 1 Location of drilling wells in the Toksun subbasin

统	组	厚度	柱状图	岩性描述	化石组合
下 侏 罗 统	三工河组	100~500m		灰绿色泥岩、粉砂质泥岩和粉细砂岩，局部含煤线或薄煤层	<i>Cyathidites-Piceapollenites-Cycadopites</i> 组合
	八道湾组	400~800m		灰色、灰绿色泥岩夹灰白色、灰色粉砂岩、中粗砂岩、砾状砂岩及炭质泥岩和煤层。底部为灰白色、浅灰色砾岩	<i>Osmundacidites-Protopinus-Cycadopites</i> 组合

图 2 托克逊凹陷下侏罗统综合柱状图

Fig. 2 Composite column of the Lower Jurassic in the Toksun subbasin

*Apiculatisporis*等均常见。(3)裸子植物花粉中，银杏、苏铁类花粉 *Cycadopites* 含量很高，平均为 15.3%。松柏类花粉仍以无肋双囊粉为主，*Piceapollenites*，*Podocarpidites* 和 *Pinuspollenites* 含量较前一组合有所增加，分别为 10.5%，2.9%和 2.5%，并常见 *Protopinus* (2.4%)，*Piceites* (4.7%)，*Pseudopicea* (1.2%)和 *Protoconiferus* (1.2%)等。*Quadraeculina* 含量也有明显提高，平均占 9.2%。具肋双囊粉 *Chordasporites* 仅占 0.4%，而 *Taeniaesporites* 和 *Prototaphloxylinus* 在组合中均未见到。(4)组合中 *Cerebropollenites*，*Classopollis*，*Psophosphaera*和 *Araucariacites*等均有一定的含量。

3 地质时代讨论

吐鲁番—哈密盆地托克逊凹陷八道湾组和三工河组孢粉组合中，桫欏科孢子较为繁盛。据现有孢粉资料的统计，桫欏科孢子主要分布在中生代，但繁盛于侏罗纪。蕨类植物以桫欏科孢子占优势的组合在中国柴达木盆地、准噶尔盆地、民和盆地、陕甘宁盆地、内蒙古包头、鄂西及德国南部、加拿大西部和澳大利亚西部等地的侏罗纪地层中均有发现 [1-10]。

因此，桫欏科孢子的繁盛可作为侏罗纪，特别是早、中侏罗世孢粉组合的重要特征之一。

裸子植物银杏、苏铁类 *Cycadopites* 花粉在本区两组合中也有较多的出现。该属是世界各地侏罗纪的重要分子，在晚三叠世时含量偏低，至侏罗纪时迅速增加，这种变化趋势在中国准噶尔盆地、陕甘宁盆地、吐鲁番—哈密盆地 [11]、河南义马 [12]以及德国南部弗兰克地区晚三叠世至早侏罗世的孢粉组合中均有反映。由此可以看出，当前两组合中 *Cycadopites* 含量较高，更具侏罗纪孢粉组合的特点。另外，组合中常见的分子 *Chasmatosporites* 曾繁盛于欧洲的瑞替晚期—里阿斯早期。*Protoconiferus funarius* 和 *P. flavus* 在前苏联 Viluisk Basin [13]和加拿大西部侏罗纪地层中都有发现。*Kliukisporites variegatus* 始见于英国中侏罗世巴柔期，在甘肃窑街炭洞沟组、新疆玛纳斯三工河组、陕甘宁盆地延安组均可见到。*Cibotiumspora*，*Neorastrickia*，*Osmundacidites*，*Cerebropollenites*，*Quadraeculina*和 *Callialasporites* 都是各地侏罗纪孢粉组合的组成分子。因此，两组合体现了侏罗纪孢粉植物群面貌。

与吐鲁番—哈密盆地托克逊凹陷八道湾组可以比较的组合为准噶尔盆地八道湾组孢粉组合 [2]。两者蕨类植物桫欏科孢子均有较高的含量，裸子植物花粉的主要成分为松柏类的双气囊花粉和银杏、苏铁类的单沟花粉，均见三叠纪的孑遗分子 *Taeniaesporites*，*Chordasporites*和 *Araucariacites*，两者共有的分子为 *Stereisporites perforatus*，*Deltoidospora perpusilla*，*Cyathidites minor*，*C. australis*，*C. infrapunctus*，*Calamospora nathorstii*，*Apiculatisporis pavispinosus*，*A. variabilis*，*Baculatisporites comaumensis*，*Osmundacidites wellmanii*，*O. alpinus*，*Marattisporites scabratus*，*Dictyophyllidites mortoni*，*Lycopodiacidites frankonense*，*Lycopodium poritespseudo-annatinus*，*L. semimuris*，*Cibotiumspora juncta*，*Biretisporites potoniaei*，*Pseudopicea variabiliformis*，*Protopinus subluteus*，*Pinuspollenites divulgatus*，*Piceapollenites exiloides*，*Quadraeculina enigmata*，*Q. limbata*，*Cerebropollenites mesozoicus*，*C. papilloporus*，*Chasmatosporites apertus*，*C. elegans*，*Cycadopites nitidus*，*C. typicus*，*Classopollis classoides*。稍有不同的是前者 *Osmundacidites* 含量较高。另外，本区八道湾组与德国南部弗兰克地区里阿斯统下部孢粉组合的许多成分相同 [8]，两者可对比的种有：*Biretisporites potoniaei*，*Cyathidites australis*，*C. minor*，*Dictyophyllidites mortoni*，*Osmundacidites wellmanii*，*Lycopodiacidites frankonense*，*Convolutispora microrulgutata*，*Baculatisporites comaumensis*，*Alisporites robustus*，*Podocarpidites verrucosus*，*Araucariacites australis*，*Chasmatosporites apertus*，*Cycadopites granulatus*，两者的主要特征也可大致对比。

与吐鲁番—哈密盆地托克逊凹陷三工河组可以比较的组合为陕甘宁盆地富县组孢粉组合 [4]。两者的共有分子为：

Cyathidites minor, *C. australis*, *Cibotiumspora juncta*, *Densoisporites microrugulatus*, *Stereisporites perforatus*, *Pinuspollenites divulgatus*, *Piceapollenites exiloides*, *P. complanatiformis*, *Protoconiferus funarius*, *Araucariacites australis*, *Quadraeculina limbata*, *Q. enigmata*, *Cerebropollenites papilloporus*, *Chasmatosporites triangulatus*, *C. apertus*, *Cycadopites nitidus*, *C. typicus*, *Classopollis annulatus*。所不同的是本组合 *Cycadopites* 含量较高,孢粉属种更加丰富。相似的组合在准噶尔盆地三工河组、柴达木盆地阳霞组,内蒙古五当组和德国南部弗兰克里阿斯晚期地层中均有发现。

综上所述,吐鲁番—哈密盆地托克逊凹陷八道湾组孢粉组合中的重要分子都为各地侏罗纪的常见分子。组合中见有三叠纪的子遗分子 *Aratrisporites*, *Chordasporites*。根据孢粉组合特征及与国内外有关资料的对比,八道湾组孢粉组合的时代应属早侏罗世早期。三工河组孢粉组合中只见有 *Chordasporites*, 并出现了繁盛于中侏罗世的 *Klukisporites variegatus* 和 *Callialasporites*, *Cyathidites* 和 *Quadraeculina* 含量也有所增加,表明三工河组孢粉组合的时代较八道湾组要新,应属早侏罗世晚期。

4 古植被和古气候

根据孢粉组合与母体植物的亲缘关系,可以恢复古植被和推测古气候。现分组合叙述如下:

(1) 早侏罗世早期——八道湾组孢粉组合

八道湾组沉积期是盆地进入广盆的形成时期。削高填低作用使托克逊地区扇三角洲发育,雨量充沛。随着地势逐渐平缓,沼泽、湖泊发育,植物茂盛,使八道湾组在垂向上交替重叠形成一套湖沼相煤系与砂岩的互层沉积。该时期孢粉组合反映植物群的优势成分有:紫萁科、双扇蕨科、石松科、卷柏科、松科、罗汉松科和苏铁、银杏纲等植物。当时的植被为草本—森林型,主要由草本的真蕨植物和乔木或灌木的松柏类及银杏、苏铁类等组成。

现今的紫萁科植物广布于温带、亚热带和热带。桫欏科植物主要分布在热带潮湿地区。双扇蕨科广布于亚热带。卷柏科广泛生长在热带、亚热带。松科、苏铁科植物多分布在温带。罗汉松科一般分布于热带和亚热带。从上述植物现代地理分布来看,八道湾组孢粉植物群所反映的古气候应属于温暖的亚热带气候。

(2) 早侏罗世晚期——三工河组孢粉组合

三工河组沉积期是托克逊地区河流、湖泊广布的时期,发育了一套以灰绿色泥、砂岩为主的沉积。该时期孢粉组合所反映的植物群面貌是裸子植物略多于蕨类植物,其植被面貌与八道湾组有些相似。但本时期桫欏科、银杏、苏铁类植物在植被中空前繁盛,而紫萁科、石松科、南美杉科等有所减少。由此表明,三工河组沉积期仍处于温暖潮湿的亚热带环

境。但在本组合中掌鳞杉科植物的含量有所增加,指示托克逊地区局部有短暂干旱环境的出现。

图版 I 说明(Explanation of Plate I)

(标本保存在西北大学地质系,×600)

The specimens are housed in the Department of Geology, Northwest University, ×600)

1. 古老坚实孢 *Stereisporites antiquasprites*(Wilson et Webster) Dettmann.
2. 小桫欏孢 *Cyathidites minor* Couper.
3. 南方桫欏孢 *Cyathidites australis* Couper.
4. 莫顿拟网叶蕨孢 *Dictyophyllidites mortoni*(de Jersey Playford et Dettmann)
5. 粒面三角孢(未定种) *Granulatisporites* sp.
6. 粒面圆形孢(未定种) *Cyclogranisporites* sp.
7. 穴面孢(未定种) *Foveosporites* sp.
8. 近圆石松孢 *Lycopodiumsporites subrotundus* (K.-M.) Pocock.
9. 圆锥石松孢 *Lycopodiumsporites paniculatoides* Tralau.
10. 具环石松孢 *Lycopodiumsporites krikoma* Wang.
11. 锥刺三角孢未定种 *Lophotriletes* sp.
12. 科孟棒瘤孢 *Baculatisporites comaumensis* (Cooks.) Pot.
13. 圆形旋脊孢 *Duplexisporites gyratus* Playford et Dettmann.
14. 环绕旋脊孢 *Duplexisporites amplectiformis* (K.-M.) Playford et Dettmann.
15. 背光背光孢 *Limatulasporites limatulus* (Playford) Helby et Foster.
16. 具孔环圈孢 *Annulispora perforata* (Leschik) Li et Shang.
17. 小环圈孢 *Annulispora microannulata* de Jersey.
18. 具环孢(未定种) *Cingulatisporites* sp.
19. 周壁状层环孢 *Densoisporites perinatus* Couper.
20. 卡里尔脑形粉(相似种) *Cerebropollenites cf. carlylensis* Pocock.
21. 小阿里粉 *Alisporites parvus* de Jersey.
22. 开放宽沟粉 *Chasmatosporites apertus* (Rogalska) Nilsson.
23. 单肋联囊粉(未定种) *Colpectopollis* sp.
24. 南方拟南美杉粉 *Araucariacites australis* Cookson.
25. 黄色原始松柏粉 *Protoconiferus flavus* Bolch.
26. 暴露拟云杉粉(相似种) *Piceites cf. expositus* Bolch.
27. 普通双束松粉 *Pinuspollenites divulgatus* (Balme) Qu.
28. 有边四字粉 *Quadraeculina limbata* Mal.
29. 多凹拟罗汉松粉 *Podocarpidites multesimus* (Bolch.) Pocock.
30. 亚粒拟苏铁粉 *Cycadopites subgranulosus* (Couper) Clarke.

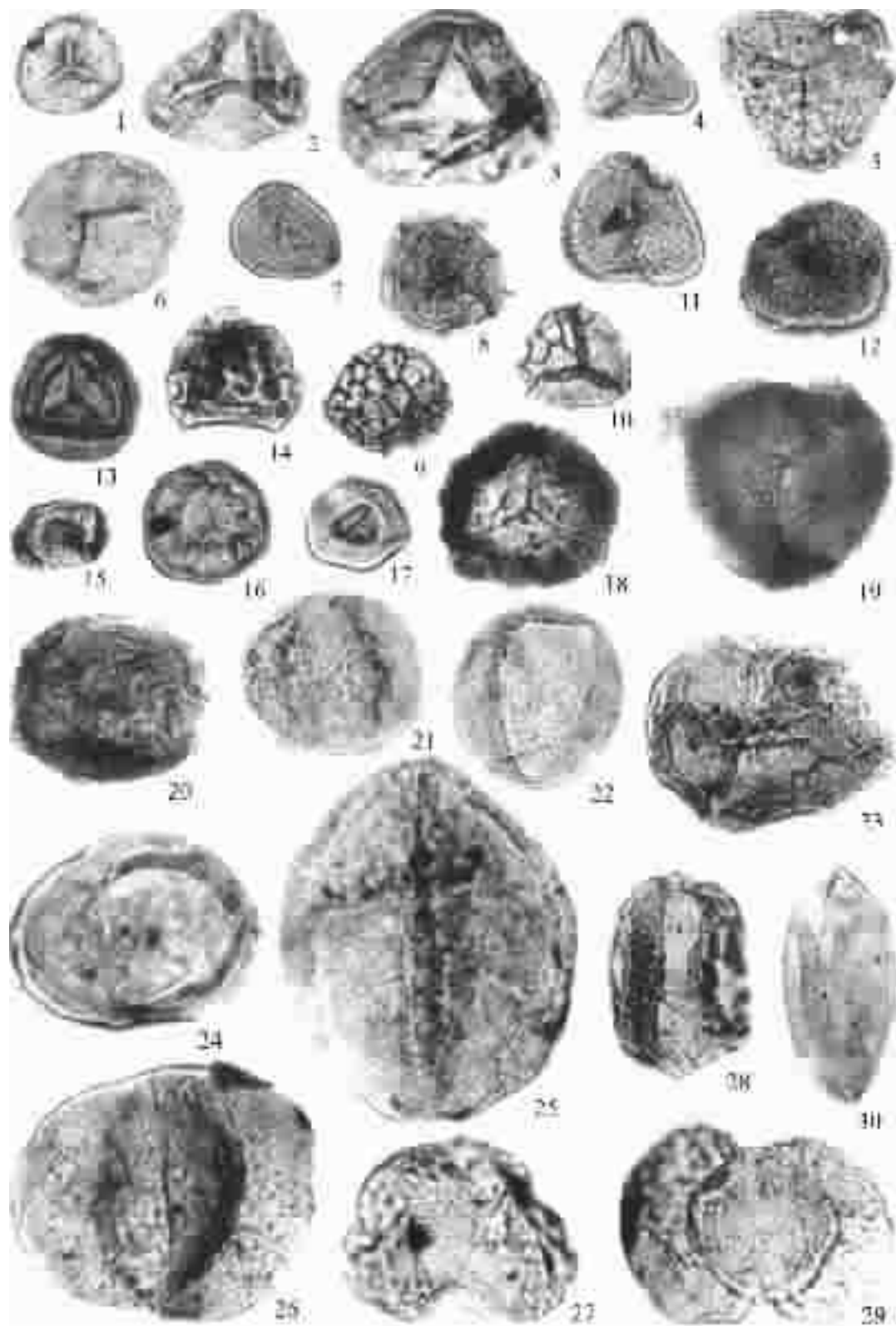
(图版中 1、4、5、15、17、22、23、24、26、27、30 的标本产自托克逊凹陷八道湾组;其他的均产自三工河组)

(Specimens 1, 4, 5, 15, 17, 22, 23, 24, 26, 27 and 30 in the plate occur in the Badaowan Formation in the Toksun subbasin, and others in the Sangonhe Formation)

参考文献 (References):

- [1] 刘兆生.塔里木盆地北缘侏罗纪孢粉组合[J].微体古生物学报, 1998, 15(2): 144~165.
- Liu Zhaosheng. Jurassic Palynological assemblage on the northern margin of the Tarim Basin, Xinjiang [J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 1998, 15 (2): 144 ~165 (in Chinese)

图版 I Plate I



- with English abstract).
- [2] 张望平.新疆准噶尔盆地侏罗纪孢粉组合[A].见:中国地质科学院地质研究所新疆北部二叠纪至三叠纪地层及孢粉组合[C].北京:中国环境科学出版社,1990.56~96.
Zhang Wangping. Jurassic sporopollen assemblage in the Junggar basin, Xinjiang. In: Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences and Exploration and Development Research Institute, Xinjiang Petroleum Administration (eds.). The Stratigraphy and Sporo-pollen Assemblages of the Permian-Tertiary in Northern Xinjiang, China [C]. Beijing: China Environmental Science Press. 1990. 57~96 (in Chinese with English abstract).
- [3] 张望平,赵清顺.甘肃窑街地区下侏罗统炭洞沟组孢粉组合[J].地质论评,1985,31(1):13~22.
Zhang Wangping, Zhao Qingshun. Early Jurassic spore-pollen assemblages of the Tandonggou Formation in Yaojie District, Gansu Province[J]. Geological Review, 1985, 30 (1): 13~22 (in Chinese with English abstract).
- [4] 中国地质科学院地质研究所.陕甘宁盆地中生代地层和古生物(上册)[M].北京:地质出版社,1980.143~186.
Institute of Geology, The Chinese Academy of Geological Sciences. Mesozoic Stratigraphy and Palaeontology in Shanganning Basin, Northwestern China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1980.143~212 (in Chinese with English abstract).
- [5] 尹凤娟,侯宏伟.陕西彬县地区中侏罗世延安组孢粉植物群及其意义[J].植物学报,1999,41(3):325~329.
Yin Fengjuan, Hou Hongwei. Middle Jurassic sporopollen assemblages from the Yan'an Formation in Binxian County, Shaanxi Province and its significance [J]. Acta Botanica Sinica, 1999, 41 (3): 325~329 (in Chinese with English abstract).
- [6] 刘兆生.内蒙古包头石拐煤田早、中侏罗世孢粉组合[J].古生物学报,1982,21(3):371~377.
Liu Zhaosheng. Early and Middle Jurassic sporopollen assemblages from the Shiguai Coal-Field of Baotou, Nei Monggo [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1982, 21 (3): 371~379 (in Chinese with English abstract).
- [7] 黎文本,尚玉柯.鄂西中生代含煤地层中的孢粉组合[J].古生物学报,1980,19(3):201~219.
Li Wenben, Shang Yuke. Sporopollen assemblages from the Mesozoic coal series of Western Hubei [J]. Acta Palaeontologica Sinica, 1980, 19 (3): 201~219 (in Chinese with English abstract).
- [8] Achilles H. Die Ratische und liassische Mikroflora Frankens [J]. Palaeontographica Abt B, 1981, 179: 1~86.
- [9] Pocock S A J. Palynology of the Jurassic sediments of Western Canada [J]. Palaeontographica Abt B, 1970, 130: 12~72.
- [10] Flilattoff J. Jurassic palynology of the Perth Basin, western Australia [J]. Palaeontographica, 1975, 154: 1~113.
- [11] 尹凤娟.新疆吐鲁番—哈密盆地晚三叠世黄山街组、郝家沟组孢粉植物群及其意义[J].微体古生物学报,1994,11(2):239~248.
Yin Fengjuan. Late Triassic palynofloras from the Huangshanjie and Haojiagou Formations in the Turpan-Hami Basin, Xinjiang and their significance [J]. Acta Micropalaeontologica Sinica, 1994, 11 (2): 239~248 (in Chinese with English abstract).
- [12] 王从凤.河南义马谭庄组和义马组的孢粉组合[J].地层学杂志,1983,7(4):305~309.
Wang Chongfeng. Spore-pollen assemblages from the Tanzhuang and Yima Formations in Yima district, Heman Province [J]. Journal of Stratigraphy, 1983, 7(4): 305~309 (in Chinese with English abstract).
- [13] Boikhovitina N A. Atlas of spores and pollen in Jurassic and Lower Cretaceous coals from the Viluisk Basin [J]. Akad. Nauk S.S.S.R., Truday Geol. Inst. 1956, (2): 1~132 (in Russian).

Early Jurassic sporopollen assemblages from the Toksun subbasin in the Turpan-Hami basin, Xinjiang and their significance

YIN Feng-juan¹, HUA Hong¹, ZHANG Zi-fu²

(1. Laboratory of Continental Dynamics, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China;
2. Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, China Geological Survey, Xi'an 710054, China)

Abstract: 74 species of spores and pollen of 53 genera are found in the Lower Jurassic deposits in the Toksun subbasin of the Turpan-Hami basin, northwestern China. Through an analysis of the changes in contents of typical general and species and dominant components, two sporopollen assemblages may be distinguished in ascending order as follows: the *Osmundacidites - Protopinus - Cycadopites* assemblage and the *Cyathidites - Piceapollenites - Cycadopites* assemblage. According to the features of the sporopollen assemblages and comparison of related fossil assemblages in China and abroad, the age of the Badaowan Formation should be early Early Jurassic, and the age of the Sangonghe Formation should be late Early Jurassic. At that time the vegetation of the Toksun area consisted of such arbores as *Ginkgo*, *Cycadopites* and *Coniferales*, associated with herbs such as Filices. The paleoclimate should belong to the subtropical one.

Key words: sporopollen assemblage; paleoclimate; Early Jurassic; Turpan-Hami basin; Xinjiang