

# 吐鲁番拗陷中侏罗世孢粉植物群及古环境

王永栋<sup>1</sup> 江德昕<sup>2</sup> 杨惠秋<sup>2</sup> 孙峰<sup>2</sup>

<sup>1</sup>(中国科学院南京地质古生物研究所,南京 210008) <sup>2</sup>(中国科学院兰州地质研究所,兰州 730000)

**提要** 根据吐鲁番拗陷葡1井和草南1井中侏罗世的孢子花粉化石及其组合特征,研究孢粉植物群、古植被面貌及古生态环境,探讨中侏罗世的气候性质、演变及其对聚煤作用和油气生成的影响。

**关键词** 中侏罗世 孢粉植物群 古生态 古气候 吐鲁番拗陷

**分类号** Q 913.84

**第一作者简介** 王永栋 男 30岁 博士后 古植物学及孢粉学

吐鲁番—哈密盆地位于新疆东部,面积约 5万 km<sup>2</sup>,广泛发育陆相侏罗纪含煤地层,并蕴藏有丰富的煤炭及石油、天然气资源。80年代以来的油气地质研究和勘探表明,盆地内主要的烃源岩、储集层和盖层均发育在侏罗系沉积中<sup>[1-4]</sup>。因而,该盆地侏罗系的划分、对比以及古环境研究,对于进一步揭示聚煤作用、油气形成条件及其生储盖组合、寻找有利圈闭等具有一定现实意义。目前,吐哈盆地在孢粉地层学方面已有多篇论文发表<sup>[5-7]</sup>,但对古植被及古生态环境的探讨似涉及较少<sup>[8]</sup>。1992年以来,笔者研究了吐哈盆地吐鲁番拗陷中部葡1井和草南1井的井下地层划分、对比及生物组合序列等问题<sup>①</sup>,有关这两口钻井中侏罗世的孢粉组合已在另文报道<sup>②</sup>。本文主要根据孢子花粉化石,探讨中侏罗世的孢粉植物群及其反映的古植被、古生态和古气候等古环

境问题。

## 1 地质背景

吐哈盆地是北天山优地槽褶皱带中的一个中型内陆山间盆地,沉积了巨厚的中生代陆相地层。吐鲁番拗陷位于盆地西部,包括台北凹陷和艾丁湖斜坡两个一级构造单元和若干二级构造带(图1)。葡1井和草南1井位于吐鲁番市胜金口北西18 km处和鄯善县小草湖车站西3 km处,完井深度分别为3 200 m和3 581 m;是吐鲁番拗陷火焰山—七克台构造带和鄯善弧形构造带上的预探井,均以中、上侏罗统为勘探目的层。根据录井、测井、岩性及古生物资料,中侏罗统自下而上依次为西山窑组、三间房组和七克台组,总体上是以含煤岩系为主的湖相及湖泊沼泽相沉积(图2)。其中西山窑组以灰色、深灰色



图1 吐鲁番拗陷地质构造背景及研究区地理位置

Fig. 1 Tectonic background and the geographical location of Turpan Depression

① 王永栋,江德昕,杨惠秋,孙峰.吐哈盆地葡1井和草南1井地层古生物研究报告,1993年9月

② 王永栋,江德昕,杨惠秋,孙峰.新疆吐鲁番—鄯善地区中侏罗世孢粉组合.植物学报(待刊)

粉砂岩、泥岩和煤为主,下部含细砂岩和中砂岩,厚 291.5~919.8 m(未见底);三间房组为深灰、灰色泥岩、粉砂质泥岩与灰色粉砂岩、细砂岩及粗砂岩等厚互层,下部夹煤线及炭质页岩,厚 140.0~227.0 m,含植物叶片及茎干化石;七克台组下部为灰色泥岩、细砂岩及粗砂岩互层,中上部以绿色泥岩为主,夹灰色、浅灰色泥质粉砂岩及石膏层,厚 140.5~311.0 m,并含叶肢介、介形虫及鱼化石碎片。中侏罗统各组之间及其与上覆地层上侏罗统齐古组之间均为整合接触关系。

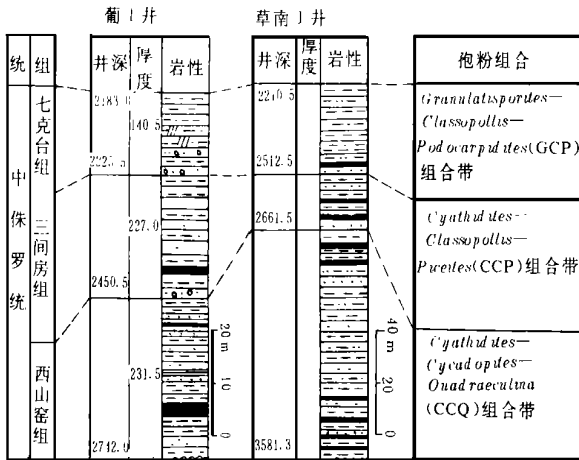


图2 吐鲁番拗陷中侏罗世地层、岩性及孢粉组合带

Fig. 2 Middle Jurassic lithostratigraphy and spore-pollen assemblage zones in Turpan depression

## 2 孢粉植物群

### 2.1 孢粉组合特征

通过对葡1井和草南1井共111个岩芯及岩屑样品的分析,发现了较为丰富的孢子花粉化石,共计45属97种。各组的孢粉组合特征简介如下:

#### 2.1.1 西山窑组

该组共发现孢粉化石31属57种,称之为 *Cyathidites-Cycadopites-Quadraeculina* (CCQ)组合带。孢粉植物群中裸子植物花粉(50.8%~51.4%)略高于蕨类植物孢子。后者以 *Cyathidites* 和 *Osmundacidites* 为主,其含量分别为 19.2%~21.4% 和 15.6%。常见的其它分子包括 *Deltoidospora*, *Gleicheniidites*, *Cibotiumspora*, *Apiculatisporis*, *Granulatisporites*, *Neoraistrickia* 和 *Duplexisporites* 等。裸子植物花粉以 *Cycadopites* (12.3%~14.3% 和

*Quadraeculina* (17.2%~17.8%) 占首位;其次是 *Piceites*, *Podocarpidites*, *Eucommidites*, *Chasmatosporites*, *Pinuspollenites*, *Vitreisporites* 和 *Abietineaepollenites* 等。该组合的地质时代为中侏罗世早期,大体相当于阿连期-巴柔期。

#### 2.1.2 三间房组

该组的孢粉共27属52种,称为 *Cyathidites-Classopollis-Piceites* (CCP)组合带。该孢粉植物群以裸子植物花粉占优势(平均60%),蕨类植物孢子平均占40%。蕨类植物孢子中,仍以 *Cyathidites* 和 *Deltoidospora* 为主,其次是 *Gleicheniidites*, *Dictyophyllidites*, *Osmundacidites*, *Granulatisporites*, *Neoraistrickia* 和 *Duplexisporites*, 常见的属还有 *Cibotiumspora*, *Todisporites*, *Apiculatisporis* 和 *Klukisporites*。裸子植物花粉中 *Classopollis* 含量较高(31.5%),其次是 *Piceites*, *Podocarpidites* 和 *Cycadopites*, 其它分子包括 *Quadraeculina*, *Alisporites*, *Psophosphaera*, *Eucommidites* 和 *Spheripollenites* 等。该组合的地质时代为中侏罗世晚期,大体相当于巴通期早期。

#### 2.1.3 七克台组

该组孢粉称之为 *Granulatisporites-Classopollis-Podocarpidites* (GCP)组合带,由30属52种组成。该孢粉植物群以裸子植物花粉占明显优势(67.9%),蕨类植物孢子居次要地位(平均占32.1%)。蕨类植物孢子中 *Granulatisporites* 含量较高(11.3%), *Cyathidites* 次之(8.6%)。其它孢子包括 *Dictyophyllidites*, *Cibotiumspora*, *Osmundacidites*, *Todisporites* 和 *Duplexisporites*, 还出现了 *Concavissimisporites*, *Cingulatisporites* 和 *Densoisporites*。裸子植物花粉中 *Classopollis* 含量最高(34.8%), *Podocarpidites* 次之(15.2%)。其它分子有 *Abietineaepollenites*, *Pinuspollenites*, *Quadraeculina*, *Cycadopites*, *Vitreisporites* 和 *Callialasporites*。该组合的地质时代为中侏罗世晚期,相当于巴通期晚期。

### 2.2 孢粉植物群的组成分析

葡1井和草南1井孢粉组合特征表明,该地区在中侏罗世以蕨类植物和裸子植物为主构成了植物群的主要面貌。根据已有的有关侏罗纪和中生代原位孢子花粉的研究结果<sup>[9-17]</sup>,可以大致确定出其中主要分散孢子花粉化石的植物学性质及亲缘关系(表1),从而为恢复孢粉植物群概貌奠定基础。

表 1 吐鲁番拗陷中侏罗世孢粉植物群大类组成及含量

Table 1 Middle Jurassic palynofloras and their abundance in Turpan depression

大类	分类位置	孢粉属名	百分含量 (%)		
			西山窑组	三间房组	七克台组
蕨类植物	石松纲	<i>Neoraistrickia</i>	2.2	1.5	
		<i>Densoisporites</i>			2.4
	楔叶纲	<i>Calamospora</i>	1.4		
	真蕨纲				
	桫欏科及蚌壳蕨科	<i>Cyathidites</i>	23.5	13.1	6.9
		<i>Deltoidospora</i>	2.0	6.2	1.7
		<i>Cibotiumspora</i>		0.5	
	紫萁科	<i>Osmundacidites</i>	16.1	6.1	4.0
		<i>Todisporites</i>	1.4	0.5	0.8
	双扇蕨科或马通蕨科	<i>Dictyophyllidites</i>	3.4	6.7	4.0
		<i>Granulatisporites</i>	2.8	11.0	11.3
		<i>Converruosisporites</i>			1.7
	里白科	<i>Gleichenidites</i>	2.8	8.3	
	海金沙科	<i>Klukisporites</i>		1.4	
	蕨类植物分类位置不明	<i>Acantharilites</i>	1.4		
	<i>Duplexisporites</i>	2.8	3.3		
	<i>Apiculatisporis</i>	2.2	1.5	3.5	
	<i>Cingulatisporites</i>			3.2	
裸子植物	种子蕨纲	<i>Vitreisporites</i>	1.4	0.5	3.7
		<i>Alisporites</i>	0.8	2.8	1.9
	银杏—苏铁类	<i>Cycadopites</i>	15.0	10.5	5.7
		<i>Eucomiidites</i>	5.6	7.0	1.8
		<i>Chasmatosporites</i>	3.9		
	松柏纲				
	松科	<i>Piceites</i>	5.6	14.8	2.2
		<i>Cedripites</i>	0.4	1.4	1.9
	罗汉松科	<i>Podocarpidites</i>	4.2	9.0	15.2
		<i>Platysaccus</i>		0.9	
	南美杉科	<i>Arucariacites</i>	1.7		
		<i>Callialasporites</i>			2.0
	掌鳞杉科	<i>Classopollis</i>	4.9	31.5	34.8
	分类位置不明	<i>Palaeoconiferus</i>			1.9
		<i>Pseudopicea</i>	1.2		1.9
	<i>Protopicea</i>		2.9		
裸子植物分类不明	<i>Quadraeculina</i>	17.8	14.3	9.6	
	<i>Pseudowalchia</i>			1.8	

蕨类植物中,属于石松纲卷柏科的孢子以新叉瘤孢 (*Neoraistrickia*)和层环孢 (*Densoisporites*)为主,前者在西山窑组和三间房组均有分布,后者仅见于七克台组。楔叶纲的孢子仅以芦木孢 (*Calamospora*)为代表,分布于西山窑组。真蕨纲孢子无论在类型和组成上均十分丰富,主要包括属于桫欏科和蚌壳蕨科的拟桫欏孢 (*Cyathidites*),三角孢 (*Deltoidospora*)和拟金毛狗孢 (*Cibotiumspora*)。其中 *Cy-*

*athidites* 含量较高,并构成中侏罗世孢粉植物群的主要成员。*Osmundacidites* (拟紫萁孢)和 *Todisporites* (似托第蕨孢)是紫萁科的代表属,它们在整个中侏罗统三个组均有分布,尤其 *Osmundacidites* 的含量较高。还有一些孢子,如 *Dictyophyllidites*, *Granulatisporites* 和 *Converruosisporites*,一般认为是双扇蕨科或马通蕨科的孢子,前两个属在三个组中均有分布,在三间房组和七克台组较多,而 *Con-*

*verrucosisporites* 仅在七克台组出现。里白科的 *Gleicheniidites* (拟里白孢) 含量虽然不高 (< 8%), 但类型较多, 共有六个种, 集中出现在西山窑组和三间房组。属于海金砂科的 *Klukisporites* 少量分布于三间房组。另外, 其它一些蕨类植物孢子 *Apiculatisporites*, *Concavissimisporis*, *Duplexisporites*, *Cingulatisporites* 等, 尽管其具体的分类位置不明, 但大多仍属于真蕨纲。

裸子植物花粉类型较多。种子蕨纲花粉仅包括 *Vitreisporites* (拟开通粉) 和 *Alisporites* (阿里粉)。银杏—苏铁类的花粉, 如 *Cycadopites*, *Eucommiidites* 和 *Chasmatosporites*, 在孢粉植物群中颇具有代表性, 特别是 *Cycadopites* 在三个组中均有分布, 含量可达 13%。松柏纲的花粉主要有松科的 *Piceites*, *Cedripites*; 罗汉松科的 *Podocarpidites*, *Platysacus*; 南美杉科 *Araucariacites*, *Callialasporites*, 杉科的 *Spheripollenites* 和掌鳞杉科的 *Classopollis* 还包括一些松柏纲分类不明的 *Protopicea*, *Pseudopicea*, *Palaeoconiferus*, 以及裸子植物分类不明的 *Quadraeculina*, *Pseudowalchia* 等。

总体来讲, 吐鲁番拗陷在中侏罗世时主要发育以真蕨纲桫欏科、蚌壳蕨科、紫萁科、双扇蕨科和马通蕨科等为代表的蕨类植物; 以及以松柏类和银杏—苏铁类为代表的裸子植物。它们的生长、分布和演替在一定程度上影响着植被的性质、生态环境以及古气候状况。

### 3 古植被及古生态环境

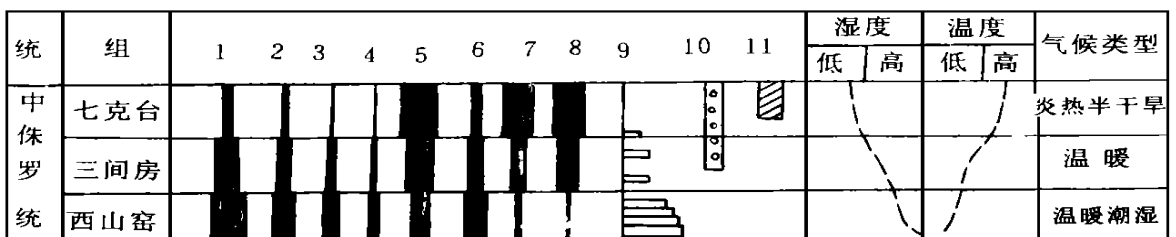
根据分散孢子花粉及其与母体植物的生态关系<sup>[18-20]</sup>, 研究区内中侏罗世可分出四种主要的植物生态类型 (表 2)。

以卷柏科、紫萁科以及里白科、海金砂科等为代表的草本植物主要生长的喜阴、潮湿的湿生生态环境中。桫欏科和蚌壳蕨科树蕨则适宜于潮湿和中等湿度之间的过渡生态环境, 大多为反映其湿度状况介于湿生和中生之间的湿中生植物。以单沟和双气囊花粉为代表的银杏—苏铁类和松柏类植物多适宜于中等湿度的土壤和空气条件, 反映湿度适宜、不覆水且湿偏干的环境。另外, 以 *Classopollis* 为代表的掌鳞杉科多为季节性的旱生植物, 主要生长于斜

表 2 吐鲁番拗陷中侏罗世的孢粉生态类型

Table 2 Spore-pollen vegetation types recognized from Middle Jurassic in Turpan depression

生态类型	组成特征	分散孢子花粉
湿生植物	为生态环境潮湿、喜阴的植物, 如石松、卷柏、紫萁、苔藓类等, 反映的是湿生环境	<i>Neoraistrickia</i> , <i>Densaiporites</i> , <i>Calamospora</i> , <i>Osmundacidites</i> , <i>Todisporites</i> 等
中生植物	适应于中等湿度土壤和空气条件的植物, 主要为一些古老的裸子植物, 如本内苏铁、苏铁、银杏类和松柏纲的植物, 反映湿度适宜、不覆水、湿偏干的环境	单沟粉, 无口器粉和双气囊花粉, 如 <i>Cycadopites</i> , <i>Chasmatosporites</i> , <i>Protopicea</i> , <i>Piceapollenites</i> , <i>Pinuspollenites</i> , <i>Quadraeculina</i> , <i>Podocarpidites</i>
湿中生植物	适宜于潮湿和中等湿度之间的过渡生态类型, 反映湿度介于湿生与中生二者之间, 如桫欏科、蚌壳蕨科树蕨植物	<i>Deltoidospora</i> , <i>Cyathidites</i> , <i>Cibotiumspora</i>
季节性旱生植物	指生长于斜坡高地上的掌鳞杉科植物, 反映泄水快的季节性干旱环境	<i>Classopollis</i>



1. 蕨类植物孢子 2. *Cyathidites* 3. *Osmundacidites* 4. *Neoraistrickia* 5. 裸子植物花粉 6. *Cycadopites*  
7. *Podocarpidites* 8. *Classopollis* 9. 煤层 10. 杂色岩 11. 石膏

Fig. 3 Paleoclimate and its indicators in Middle Jurassic of Turpan depression

坡高地,反映水体流畅、泄水快的季节性干旱环境

吐鲁番拗陷在中侏罗世为湖泊沼泽相的沉积环境,茂盛的蕨类植物和裸子植物构成了该期的主要植被面貌。根据孢粉植物群以及上述主要的植物生态类型,对中侏罗世的植被及生态环境作如下分析。在河湖岸边及沼泽边缘的潮湿低洼地带,主要生长着较为茂密的真蕨类植物,其中桫欏科和蚌壳蕨科树蕨植物十分繁盛,伴生有较多的苏铁类,草本灌丛蕨类植物如紫萁科、马通蕨科或双扇蕨科、海金沙科、里白科以及石松纲的卷柏科等植物广布其间。在沼泽外缘斜坡和丘陵山地,主要分布有十分茂密的裸子植物,其中占优势的是常绿松柏类乔木(包括松科、罗汉松科、南美杉科)以及银杏类植物。在高大乔木层之下,混生有苏铁类和草本灌丛蕨类植物。在高山地带及排水通畅处,分布着掌鳞杉科植物。

进一步的分析表明,从中侏罗世的早期至晚期植被面貌存在不同程度的变化。这主要表现在:1)从西山窑组到七克台组,蕨类植物孢子的含量逐渐减少;相反,裸子植物的花粉含量逐渐增加;2)反映湿生生态条件的紫萁科、卷柏科及湿中生生态条件的桫欏科和蚌壳蕨科树蕨植物减少较为明显;3)反映湿偏干的中生植物松柏类在植被中逐渐增加;4)季节性的旱生植物掌鳞杉科在中侏罗世的早期含量很少,而从巴通期的早期(三间房组沉积期)开始增加,到巴通期的晚期(七克台组沉积期)继续增加。

## 4 古气候探讨

吐鲁番拗陷中侏罗世的孢粉植物群以裸子植物花粉占优势,其中双气囊的松柏类花粉最丰富,包括十分繁盛的松科、罗汉松科、掌鳞杉科以及少量的南美杉科(*Araucariacites*, *Callialasporites*)和杉科(*Spheripollenites*)等分子;银杏-苏铁类的单沟花粉普遍出现。蕨类植物孢子中,则以真蕨纲的桫欏科、蚌壳蕨科、紫萁科为主,双扇蕨科、海金沙科、里白科以及石松纲卷柏科等分子经常出现。除松柏类和银杏类产于温带外,现今罗汉松科和苏铁产于热带和亚热带,桫欏科、蚌壳蕨科和双扇蕨科植物主要生长于热带和亚热带的潮湿地区,紫萁科广布于温带及亚热带、热带,海金沙科是现今热带地区的植被类型,而产 *Classopollis* 的掌鳞杉科多被视为喜干旱炎热气候的植物,该花粉往往在红层及杂

色沉积中有较高的含量。总体上讲,吐鲁番拗陷中侏罗世植被中,既有反映热带和亚热带气候条件的常绿疏木型植物,也有指示温带环境的密木型植物;还有适应于较干热气候条件的掌鳞杉科植物。中侏罗世的这种落叶-常绿混交林植被反映了温带-亚热带型的气候特征。从植被中主要类型的含量变化及演替情况看,反映湿生和湿中生环境的桫欏科、蚌壳蕨科、双扇蕨科、卷柏科等植物从中侏罗世早期至晚期有逐渐降低之趋势,这说明气候的湿润程度有所减弱;而中生气候条件的松柏类、银杏-苏铁类以及季节性旱生植物掌鳞杉科逐渐增加,表明气候逐渐向较为干旱的方向发展(图3)。

由以上分析可以看出,中侏罗世早期(阿连期-巴柔期)气候温暖潮湿,雨量充沛,植被发育,这种气候环境对泥炭和煤的聚集十分有利,从而形成了西山窑组的可采工业煤层;同时也为油气的生成提供了丰富的有机质来源。而后到巴通期的早期(三间房组沉积期),孢粉植被总体上继承了前期的面貌,但湿生蕨类植物开始减少,反映中生及旱生条件的植物增加。至巴通期的晚期(七克台组沉积期),这一趋势较为明显,古气候由中侏罗世早期的温暖潮湿向炎热、半干旱转变。这种植被生态及气候条件对泥炭沼泽植物的生长发育以及有机质的繁衍有抑制作用,并破坏了煤和泥炭堆积所需要的降水及湿度条件,从而导致了三间房组和七克台组聚煤作用的减弱乃至中止。七克台组中上部所夹的以石膏层为主的蒸发岩正是在这种干燥炎热和半干旱的气候条件下,由于过量蒸发作用而形成的;它的出现与 *Classopollis* 花粉含量的增高,反映了中侏罗世晚期气候由温暖湿润逐渐变为干热和半干旱的演变趋势。

致谢 中国科学院兰州地质研究所实验师来常玉和师铮分析样品,吐哈石油勘探开发会战指挥部研究大队在野外工作中给予大力协助,笔者谨致谢忱。

## 参 考 文 献

- [1] 胡伯良,江德昕,杨惠秋,傅恒,孙峰.新疆东部地区生油岩研究和油源对比.兰州:甘肃科学技术出版社,1991,1~140.
- [2] 江德昕,杨惠秋.新疆吐鲁番盆地原油中的孢子花粉.植物学报,1989,31: 477~483.
- [3] 王昌桂,郭彦如,张朝富,张子彦.吐鲁番拗陷天然气地质特征及成藏模式.新疆石油地质,1993,14(2): 117~125.

- [4] 俞仁连,傅恒. 吐鲁番—哈密盆地形成演化与含油气远景评价. 新疆石油地质, 1993, 14(3): 217-227.
- [5] 孙峰. 新疆吐鲁番盆地七泉湖煤田早、中侏罗世孢粉组合. 植物学报, 1989, 31: 638-646.
- [6] 金小凤. 吐哈盆地侏罗系孢粉研究. 石油勘探与开发, 1993, 20: 37-41.
- [7] 黄嫔. 新疆吐哈盆地大南湖煤田早、中侏罗世孢粉组合及其地层意义. 古生物学报, 1995, 34: 171-193.
- [8] 孙峰. 吐鲁番盆地早中侏罗世孢粉组合的环境意义探讨. 新疆石油地质, 1988, 9(3): 52-56.
- [9] Couper, R A. British Mesozoic microspores and pollen grains, *Palaeontographica*, B, 1958, 103: 75-179.
- [10] Harris, T M. The Yorkshire Jurassic flora. I ~ III. *London Brit, Mus(Nat, Hist)*, 1961, 69.
- [11] Potonie, R. Synopsis der Sporae in situ. *Beih. Geol. Jb.*, 1962, 52: 1-204.
- [12] Van Konijnenburg-van Cittert, J H A. In situ gymnosperm pollen from the Middle Jurassic of Yorkshier. *Acta Bot. Neerl.*, 1971, 20(1): 1-96.
- [13] Van Konijnenburg-van Cittert, J H A. Osmundaceous spores in situ from the Middle Jurassic of Yorkshire, England. *Rev. Palaeobot, Palynol.*, 1981, 33: 169-181.
- [14] Van Konijnenburg-van Cittert, J H A. Dicksoniaceae spores in situ from the Jurassic of Yorkshire, England. *Rev. Palaeobot, Palynol.*, 1989, 61: 273-301.
- [15] Van Konijnenburg-van Cittert, J H A. A review of Matoniaceae based on in situ spores. *Rev. Palaeobot, Palynol.*, 1993, 78: 235-267.
- [16] Alvin, K L. Cheirolepidiaceae: biology, structure and paleoecology. *Rev. Palaeobot, Palynol.*, 1982, 37: 71-98.
- [17] Balme, E. Fossil in situ spores and pollen grains: an annotated catalogue. *Rev. Palaeobot, Palynol.*, 1995, 87: 81-323.
- [18] 钱丽君,吴景均. 古孢粉生态对解释成煤环境的作用. 煤炭科学研究总院西安分院文集(第二集). 西安: 陕西人民出版社, 1988, (2): 9-16.
- [19] 钱丽君,王钊谷. 中侏罗世陆相烟煤成煤材料与沼泽环境. 北京: 煤炭工业出版社, 1994, 1-139.
- [20] Miao Fen, Qian Lijun and Zhang Xiuyi. Pear-forming materials and evolution of swamp sequences—case analysis of a Jurassic inland coal basin in China. *Int. J. Coal Geol.*, 1989, 12: 733-765.

## Middle Jurassic Palynoflora and its Palaeoenvironmental Implication in Turpan Depression, Xinjiang

Wang Yongdong<sup>1</sup> Jiang Dexin<sup>2</sup> Yang Huiqiu<sup>2</sup> and Sun Feng<sup>2</sup>

1(Nanjing Institute of Geology and Palaeontology, Academia Sinica, Nanjing 210008)

2(Lanzhou Institute of Geology, Academia Sinica, Lanzhou 730000)

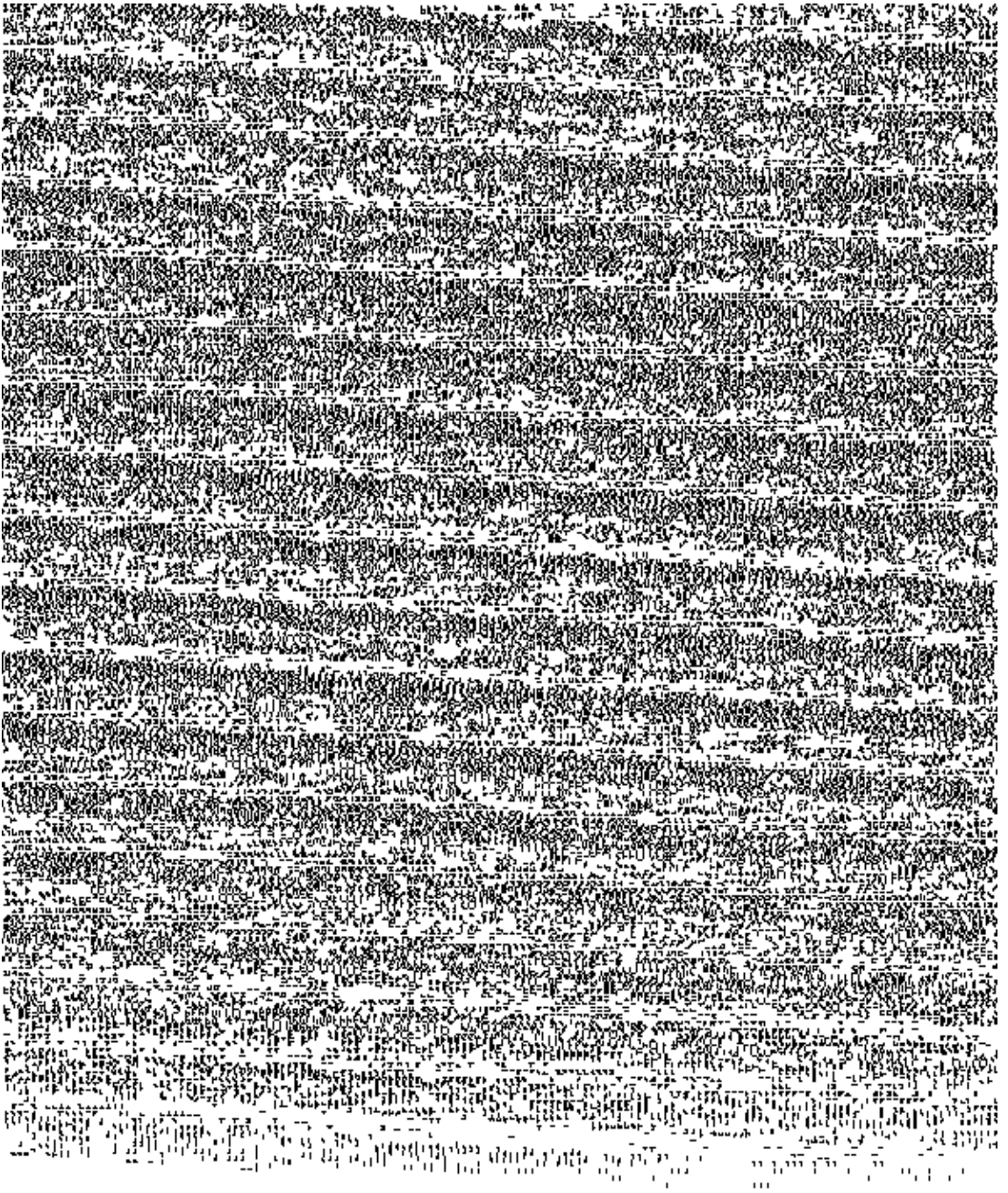
### Abstract

The terrestrial sediments are well developed in the Turpan-Hami Basin in eastern Xinjiang, which show the important petroliferous and coal-bearing significance. Abundant fossil spores and pollen grains of 97 species assigned to 45 genera are recovered from the Middle Jurassic Xishanyao, Sanjianfang and Qiketai Formations of Boreholes PU1 and CN1 in Turpan depression. Three palynological assemblage zones representing Aalenian to Bajocian, early Bathonian and late Bathonian are recognized as: 1) *Cyathidites-Cycadopites-Quadraeculina* (CCQ) Zone; 2) *Cyathidites-Classopollis-Piceites* (CCP) Zone and 3) *Granulatisporites-Classopollis-Podocarpidites* (GCP) Zone. The Middle Jurassic palynoflora is dominated by conifers, ginkgo-eycads as well as ferns. From Aalenian-Bajocian to late Bathonian, ferns represented by Cyatheaceae, Dicksoniaceae and Osmundaceae gradually decreased, while conifers including Coniferales, Pinaceae, Podocarpaceae and especially Cheirolepidiaceae increased in abundance. The palynoflora indicates a warm and humid climate in Aalenian to Bajocian, and somewhat semi-arid and hot climate condition in early to middle Bathonian. The warm-humid climate is favorable for the accumulation of coal, oil and gas resources, while the arid and hot climate results in the weakness and even termination of hydrocarbon formation.

**Key Words** Middle Jurassic palynoflora paleoecology paleoclimate Turpan depression

图版I 说明( $\times 800$ )

1. *Cyathidites minor*; 2- 6. *Dictyophyllidites harrisi*; 7. *Biretisporites cf potoniaei*; 8. *Cycadopites minimus*; 9. *Concavissimisporites punctatus*;  
10- 11. *Granulatisporites jurassicus*; 12. *Osmundacidites wellmani*; 13. *O. alpinus*; 14- 15. *Quadraeculina limbata*; 16. *Pseudowalchia landesii*.



图版说明 (× 800)

1. *Classopollis classoides*; 2. *Cycadopites nitidus*; 3. *Pinuspollenites tricompositus*; 4. *Alisporites thomasi*; 5. *Piceites latens*; 6. *Alisporites grandis*; 7. *Podocarpidites cf. canadensis*; 8. *Piceites expositus*.