

陕西榆林地区中侏罗统延安组 孢粉组合及聚煤环境探讨

闫存凤 袁剑英

(中国科学院兰州地质研究所)

提要 本文研究了陕西榆林地区 ZK1534 钻孔中侏罗统延安组孢子花粉 66 属 103 种,建立了该区延安组孢粉组合,对孢粉组合中主要孢子花粉的亲缘关系及古生态进行深入研究,利用孢粉生态类型百分含量、孢粉分异度值、结合孢粉植物群兴衰演替、沉积环境等因素,探讨了该区中侏罗世延安期聚煤古气候环境。

关键词 孢子花粉 生态类型 分异度延安组 古气候 陕西榆林

第一作者简介 闫存凤 女 28 岁 助研 地层孢粉学

前言

鄂尔多斯盆地是我国最大的聚煤盆地之一,前人对该盆地地层、古生物、岩相、聚煤规律等方面做了大量工作,地层孢粉研究方面也取得了较大进展,但在应用孢粉学研究方面,工作尚待行进一步深入。苏联 A. M 拉普捷娃等^[1]曾利用孢粉湿生植物含量系数研究顿涅茨煤田的煤层成因,我国钱丽群等(1989)运用孢粉的复合分异度和优势度值,讨论含煤地层的沉积环境,运用小孢子的湿生植物含量系数,讨论煤在形成过程中的古气候变化(主要是湿度)。本文则是将孢粉湿植相物含量和孢粉分异度相结合,同时考虑孢粉植物的演替、沉积环境演化等因素综合探讨鄂尔多斯盆地榆林地区中侏罗世延安期聚煤古气候(温度、湿度)环境。

1 地层简述

延安组是鄂尔多斯盆地内主要的含煤层位。本组在榆林地区 ZK1534 钻孔中总厚 277.6m,自下而上分为四段^①。岩性特征如下:第一段,灰白色、灰绿色细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩及灰黑色炭质泥岩和薄煤层,厚 44.5m;第二段,深灰色粉砂岩、细砂岩、灰黑色炭质泥岩、砂泥岩薄互层,含多组薄煤层,厚 71.2m;第三段,浅灰色粉砂岩、细砂岩,砂泥互层夹薄层煤,含多组薄煤层,厚 71.2m 第三段,浅灰色粉砂岩、细砂岩,砂泥岩互层夹薄层煤,顶部发育厚层块煤,厚 104.5m;第四段,黄灰色、灰绿色、灰白色厚层砂岩、泥岩及砂泥岩互层夹炭质泥岩及薄层煤,厚 57.4m。与下伏上三叠统延长组为平行不整合接触,与上覆中侏罗直组为整合接触(图 2)。

① 陕西省地矿局地质八队,1985,陕北侏罗纪煤田榆林—横山地区远景调查报告。

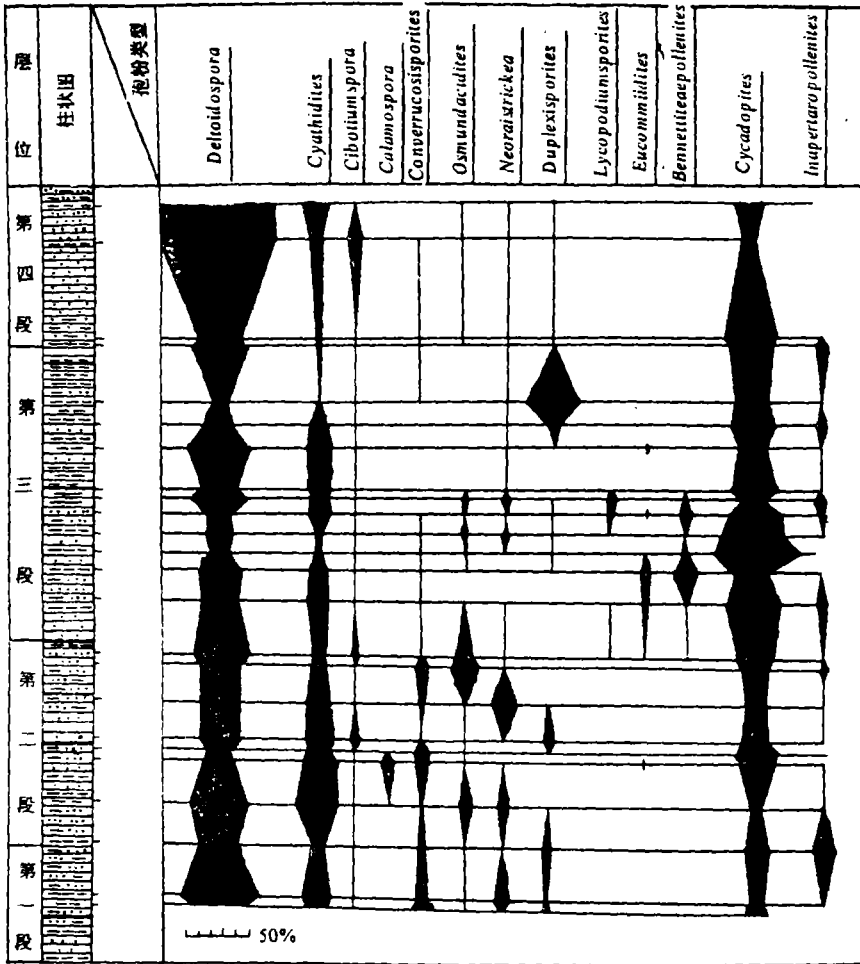


图 1 榆林地区 ZK1534 钻孔延安组主要孢粉类型棒带图

Fig. 1 Main spores and pollen distribution of Yanan Formation of drill ZK 1534 in Yuling region

2 孢粉组合特征

陕西榆林地区 ZK1534 钻孔中侏罗统延安组发现的孢子花粉, 经鉴定有 66 属 103 种, 其中蕨类植物孢子占优势, 含量为 60.4%, 裸子植物花粉居次, 为 39.6%。蕨类植物孢子中, 拟抄楞孢 (*Cyathidites*), 三角孢 (*Deltoidospora*) 含量最高, 共 33.1%, 分布遍及所有样品。拟本沙其孢 (*Osmundacidites*, 3%, 最高 19.3%)、新叉瘤孢 (*Neoraistrickia*, 2.2%, 最高 20.8%)、旋脊孢 (*Duplexisporites*, 2.7%, 最高 15.9%)、金毛狗孢 (*Cibotiumspora*, 1.6%, 最高 12.3%) 石松孢 (*Lycopodiumsporites*, 0.6%, 最高 4.2%) 居次。其中石松孢主要集中在第三段中部, 旋脊孢在第一段上部达极盛, 金毛狗孢在第四段最发育 (图 1)。此外, 蕨类植物孢子中还出现一些芦木孢

(*Calamospora*)、拟里白子孢(*Gleicheniidites*)、拟网叶蕨孢(*Dictyophyllidites*)、托第蕨孢(*Todisporites*)、弓脊孢(*Retusotriletes*)、克鲁克蕨孢(*Klukisporites*)等,它们的平均含量均小于1%,但芦木孢的含量在第三段较高,最高达7.6%。

裸子植物花粉以苏铁、银杏类的拟苏铁粉(*Cycadopites*)为主,平均含量为26.7%。其次含较多的有无口器粉(*Inaperturopollenites*, 3.5%)和一些拟杜仲粉(*Eucommiidites*)以及拟本内苏铁粉(*Bennettiteapollenites*),后两属主要集中在第三段中部。此外,裸子植物花粉中还出现平均含量均小于1%的云杉粉(*Piceapollenites*)、拟罗汉松粉(*Podocarpidites*)、双束松粉(*Pinuspollenites*)、阿里粉(*Alisporites*)、冠翼粉(*Callialasporites*)、四字粉(*Quadraeculina*)和脑形粉(*Cerebropollenites*)等。

3 延安组聚煤古气候环境

现代孢粉学研究表明,特定的孢粉组合面貌代表着特定的古植物群落面貌,植物群落的兴衰、更替与气候变化密切相关,因此利用现实主义类比方法可以在恢复孢子花粉亲缘关系及古植物群落面貌的基础上恢复古气候环境。

3.1 孢粉生态类型

延安组孢粉组合以拟桫欏孢、三角孢、拟苏铁粉为主,同时含有较多拟紫萁孢、石松孢、新叉瘤孢、金毛狗孢、三角块瘤孢、旋脊孢等,拟桫欏孢和三角孢的母体植物桫欏科现今主要生长在热带和亚热带及温带阴湿及森林阴蔽地区(钱丽群等,1989);拟苏铁粉的母体植物苏铁科现今分布于热带和亚热带、银杏类主要生活在温带地区;拟紫萁孢的母体植物紫萁科现生类型均为草本,分布在温带和热带地区的沼泽地;石松孢的母体植物石松属现今为草本植物,生长在热带、亚热带、温带的阴湿地区(钱丽群等,1989);新叉瘤孢为卷柏属植物孢子,卷柏属同样是生长在热带、亚热带阴湿地区的草本植物(王惠等,1989);芦木孢的母体植物芦木类生长在沼泽或水边,适应于沼泽类型环境(王惠等,1989);坚实孢的母体植物苔藓植物繁盛于潮湿地区,藓类在沼泽区成为占绝对优势植物而形成泥炭;金毛狗孢为蚌壳蕨科孢子,该科现今分布于热带及南半球温带区;一些双囊类花粉的母体植物松科为北温带湿润环境中的常绿乔木,罗汉松属主要分布于热带、亚热带(张立群等,1985)。旋脊孢和三角块瘤孢的亲缘关系尽管至今还不清楚,但是可以肯定它们是蕨类植物孢子,而蕨类植物除少数属种外,只生活于潮湿环境,因此本文暂将旋脊孢归为湿度较大的环境。

根据这些主要孢子花粉母体植物生长的不同生态环境即对湿度的不同需求,笔者将它们划分为温生、湿中生和旱中生三种生态类型(表1),并分别计算了它们的百分含量(表2),绘制了百分含量曲线图(图2),据此可以讨论孢粉植物群落内部结构及古湿度的变化。

3.2 孢粉分异度

孢粉分异度是指孢粉组合中分类单位(如属、种等)的多样化程度。由于孢粉是植物的基本组成部分,因此孢粉组合基本上代表着其母体植物群的面貌。现代植物学研究结果表明,植物分异度能够反映生态环境的温度、湿度等生态因子。影响植物分异度的主要因素有纬度、海拔和湿度。纬度、海拔的变化体现了温度的变化,但在研究一定地区的古气候特征时,纬度、海拔等因素是确定的,这时影响植物群的主要生态因子则是温度和湿度。当温度、湿度最适宜时,植物群中各类群全面发展,繁荣鼎盛,分异度值达最大;当温度、湿度背离植物群发育的方面增大

或减小时,植物群的发育就会受到抑制,分异度值减小。我们配合植物生态百分含量就能够利用孢粉分异度指标较好地探讨古气候的温度因子。

表1 榆林地区 ZK1534 钻孔延安组孢粉生态类型

Table 1 The Sporo-pollen ecotypes of Yanan Formation of drill ZK1534 in Yuling region

生态类型	植物代表	分微孢子花粉代表	生态环境
湿生	石松科 芦木科 紫萁科 苔藓类 一些蕨类	<i>Lycopodiumsporites</i> <i>Neraistricea</i> <i>Calamopora</i> <i>Osmundacidites</i> <i>Steresporites</i> <i>Duplexisporites</i>	潮湿
湿中生	桫欏科 蚌壳蕨科 其它蕨类	<i>Cyathidites</i> <i>Deltoidospora</i> <i>Cibotiumspora</i> <i>Converrucosisporites</i>	偏湿的中等水湿
旱中生	苏铁、银杏类 松柏类	<i>Cycadopites</i> <i>Disaccites</i>	偏旱的中等水湿

表2 ZK-1534 钻孔延安组孢粉生态类型百分含量(%)及孢粉分异度值。

Table 2 The diversity and ecotypes percentage of sporo-pollen from Yanan Formation of drill ZK 1534 in Yuling region

样品号	生态类型百分含量(%)			分异度		
	湿生	湿中生	旱中生	简单分异度		复合分异度 (辛普森指数)
				属	种	
YZK-5	4.0	58.8	26.6	24	39	11.5
YZK-6	2.7	80.1	12.8	16	26	8.1
YAK-9	11.1	36.7	43.5	24	40	14.9
YZK-10	6.9	35.0	36.8	21	37	14.4
YZK-12	3.6	55.8	29.3	21	34	10.8
YZK-13	1.2	49.2	38.5	27	45	12.9
YZK-14	1.8	54.8	25.8	28	48	13.2
YZK-16	7.6	40.0	37.5	29	55	13.9
YZK-17	18.1	49.5	18.5	23	42	14.9
YZK-18	4.9	30.9	49.5	25	44	13.5
YZK-19	26.0	36.8	25.0	27	39	17.8
YZK-20	2.9	13.3	77.2	11	16	5.0
YZK-21	0.8	40.0	24.1	15	25	11.9
YZK-22	2.5	38.1	50.3	21	33	11.9
YZK-24	14.5	42.7	33.8	25	47	14.7
YZK-25	22.2	41.7	22.2	17	31	14.4
YZK-27	21.5	46.7	19.0	25	43	15.4
YZK-28	3.1	56.5	24.7	22	47	11.7
YZK-29	2.4	35.2	43.3	21	37	5.8
YZK-30	15.6	44.4	33.8	20	37	9.1
YZK-31	12.6	69.1	7.6	17	29	6.3
YZK-34	3.1	43.7	24.7	21	35	12.3
YZK-36	11.2	63.9	13.1	19	34	12.1
YZK-37	6.4	42.1	27.0	16	27	9.3
平均值	9.4					12.2

孢粉分异度分简单分异度和复合分异度,表2列出了孢粉的简单分异度(属、种的数目)和

复合分异度值。复合分异度计算方法采用辛普森指数 $D = N(N-1) / \sum_{i=1}^S n_i^2$, 式中 D 为辛普森指数, n_i 为第 i 种的个体数, N 为总个体数, S 为总种数。

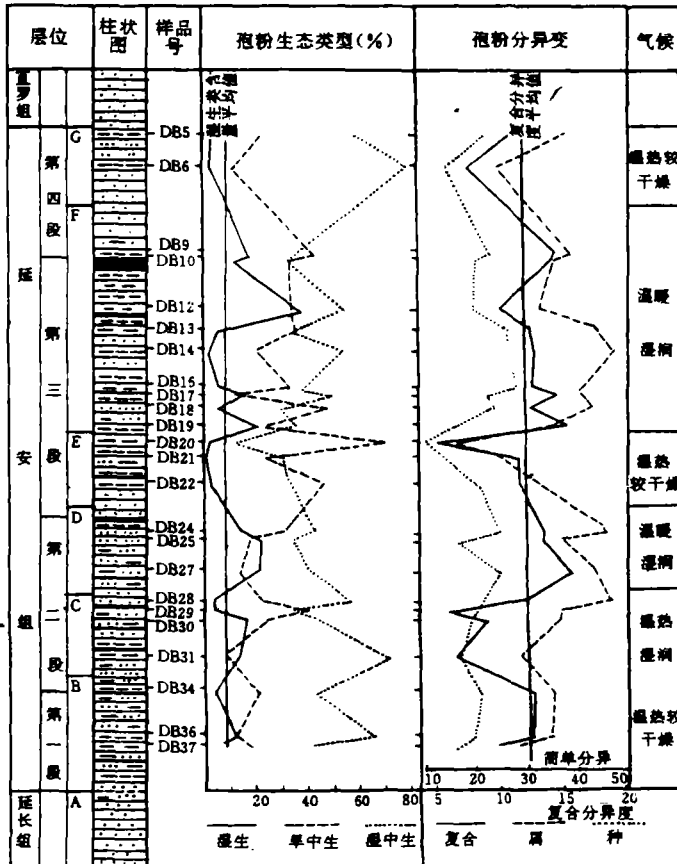


图2 榆林地区 ZK1534 钻孔中侏罗延安组孢粉生态类型百分含量及孢粉分异度曲线
 Fig. 2 The diversity and ecotypes percentage of sporo-pollen from Yanan Formation of drill ZK 1534 in Yuling region

3.3 古气候特征

榆林地区中侏罗统延安组孢粉组合以真蕨类桫欏科植物孢子拟桫欏孢、三角孢和苏铁银杏类植物花粉拟苏铁粉为主,这一组合面貌反映延安组沉积时期为亚热带—温暖湿润气候。岩性组合主要是一套稳定的河流、湖泊、三角洲、沼泽相含煤碎屑岩系。从孢粉植物群更替(图2),孢粉生态类型百分含量、孢粉分异度值曲线(图3)的变化来看,这种气候不是一成不变的,可划分出三种不同类型的气候期。

3.3.1 温暖、湿润期

CD段(相当于第二段上部)、EF段(相当于第三段中、上部和第四段下部)沉积时期,湿生植物孢粉含量高,主要是紫萁孢、新叉瘤孢和旋脊孢;孢粉分异度也大,各类植物孢粉共同发

育,反映出利于植物生长的温暖湿润气候。

3.3.2 温热、湿润期

BC段(相当于第二段下部)沉积时期

湿生植物孢粉含量较高,主要是芦木孢、紫萁孢、新叉瘤孢和施脊孢,反映湿度较大;孢粉分异度较小,主要发育热带、亚热带的桫欏科植物孢子和桫欏孢和苏铁类植物花粉拟苏铁粉以及温带的银杏类植物花粉,反映气候温热。

3.3.3 温热、较干燥期

AB段(相当于第一段)、CB段(相当于第三段下部)、FG段(相当于第四段上部)沉积时期,其共同特点是湿生植物孢粉含量低,湿度较小;孢粉分异度低,主要发育桫欏科植物孢子和苏铁、银杏类植物花粉,在DE段段苏铁、银杏类极为发育,这种较小的分异度反映出气温较高不利于植物共同繁荣。

从上述三种不同的气候类型可以看出,延安组沉积时期在总体温暖湿润的气候背景下,存在相对干燥和相对炎热的时期,湿度经历了由相对较小到较大再到小的变化,温度也从相较热到温暖再到较热的变化。湿度的变化趋势与黄克兴 1988^[4]等利用粘土矿物进行 X 光衍射分析和半定量计算结果吻合。

4 结论

1. 延安组第二段上部、第三段中、上部和第四段下部沉积时期是最有利于植物生长的温暖湿润气候。

2. 第三段中、上部沉积时期,气候适宜、植物繁茂、三角洲平原环境广布,因此形成了本段顶部厚度大、分布广、延伸稳定、最有经济价值的 3 号煤层。

3. 孢粉生态类型、孢粉分异度对探讨含煤岩系古气候环境以及聚煤规律具有较大的应用价值。但是某些方面还具有一定局限性,如孢子花粉的亲缘关系目前研究还不深入,该方法还有待今后进一步充实、完善和提高。

本文得到中国科学院兰州地质所江德昕、杨惠秋悉心指导,来常玉、杜金娥分析样品;陕西省地矿局第八地质队李智民在野外地质工作中给予多方面帮助并提供有关沉积相方面的资料,笔者深表感谢。

收稿日期:1991年5月3日

参 考 文 献

- 钱丽君、吴景钧,1989,煤炭科学研究院地质勘探分院文集,第二集,陕西人民出版社,9—16页。
王惠,1989,古生物学报,28卷,3期,402—414页。
张立君、鞠荣干、吴洪章,1985,辽宁西部中生代地层古生物,地质出版社。
黄克兴、侯恩科,1988,煤田地质与勘探,1卷3期,3—8页。
A. M. 拉普捷娃等,煤田地质情报,第3期,65—69页。

Study on Sporo—pollen Assemblage and Coal—accumulating Environment of the Middle Jurassic Yan'an Formation in Yuling Region, Shaanxi Province

Yan Cunfeng Yuan Jianying

(Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

Ordos Basin is one of the largest coal—bearing basin in China. In this paper, 103 species of spores and pollen grains referred to 60 genera, from the Yan'an Formation, the Middle Jurassic coal series of ZK1534 drill hole in Yuling region of this basin, have been studied. In the sporo—pollen assemblage of the formation, the percentage of pteridophyta spores amounts to 60.4%, the pollen grains of gymnospermae to 39.5%. Among the spores, *Cyathidites* and *Deltoidospora* are predominant (33.1%), *Osmundacidites* (3.0%), *Duplexisporites* (3.2%), *Converrucosisporites* (2.7%), *Neoraistrickia* (2.2%), *Cibotiumspora* (1.6%), and *Lycopodiumsporites* (0.6%) are comparatively abundant. Among the pollen grains, *Cycadopites* (26.7%) is the most important, the rest pollen grains only have small amount.

By studying sporo—pollen assemblage, in terms of actuopaleontology and the ecoenvironment of the affiliated plants, the main spores and pollen (over 1% on average) could be divided into three ecotypes: (a) Humidophytes, representative dispersed sporo—pollen are *Lycopodiumsporites*, *Neoraistridia*, *Calamospora*, *Osmundacidites*, *Duplexisporites* and *Steresporites*. (b) Humidomesophytes, are *Deltoidospora*, *Cyathidites*, *Cibotiumspora* and *Converrucosisporites*. (c) Arid—mesophytes, are *Cycadopites* and *Disaccites*. Besides this, the percentage of each ecotype and diversity (by) $D = N(N-1) / \sum_{i=1}^s Ni(ni-1)$ of sporo—pollen are calculated.

The ecotype and diversity can be used as main ecoelements to reflect the palaeoclimate. The former might be the main result of humidity changes and the later might reflect the variation of humidity and temperature. When the humidity and temperature are more suitable to the plant community developing and its species flourishing, the diversity might be maximum, and if the circumstance is contrary to above, the diversity might decrease. Moreover, the sedimentary environment is considered.

All these studying results show that the palaeoclimate of the Middle Jurassic period (Yanan stage) could be divided into three comparative dry periods, they are, the first member, the lower third member and the upper fourth member; and three comparative hot periods: the first to the lower second member, the lower third member and the upper fourth member; During middle—upper third member sediment period, the palaeoclimate is appropriate, palynoflora is flourishing and delta plain facies is extensively distributed, those make the No. 3 coalbed (in the top of the third member) have a great thickness, wide distribution and a good industry value.