

松辽盆地深层早白垩世孢粉组合研究

高瑞祺 赵传本 郑玉龙

(大庆石油管理局勘探开发研究院, 黑龙江省大庆 163712)

宋之琛 黄 嫫 王鑫甫

(中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008)

内 容 提 要

系统研究了松辽盆地深层的孢粉组合, 描述了 4 属 5 新种。根据孢粉化石纵向上的变化规律, 自下而上划分为 7 个孢粉组合, 并根据孢粉组合特征, 比较详细地讨论了松辽盆地深层地层的时代, 认为火石岭组的时代为早白垩世贝里阿斯期(也有可能属于晚侏罗世提堂期), 沙河子组的时代为早白垩世凡兰吟至戈特列夫期, 营城组的时代为巴列姆期, 登娄库组的时代为巴列姆至阿尔必早期。另外, 还根据孢粉组合反映的植物群面貌, 对其所属的孢粉植物区系和古气候特征等进行了讨论。

关键词 松辽盆地 深层 早白垩世 孢粉

一、前 言

松辽盆地是我国大型的中新生代陆相沉积盆地。本文所指的深层是指登娄库组及其以下至盆地基岩以上一套地层, 是目前石油与天然气勘探目的层之一。深层顾名思义是埋藏深度较深的地层单元, 除盆地边缘地区外, 一般埋藏深度在 2 000m 以下。由于埋藏深度较深, 导致勘探难度大, 取芯资料少, 生物化石十分贫乏等。但孢粉化石却相对比较丰富。多年来大庆石油管理局勘探开发研究院在深层的孢粉分析研究方面做了大量工作, 并取得了一定进展。本文是大庆石油管理局勘探开发研究院和中国科学院南京地质古生物研究所的协作研究成果。除新分析的 11 口井 200 余块样品外, 还对以往分析的共计 22 口井 212 块有化石的样品重新进行了鉴定统计。本文通过松辽盆地深层的孢粉组合研究, 对其所属的地层时代以及孢粉植物区系和古气候特征等进行了讨论。

二、地层概况

松辽盆地深层主要是一套早白垩世沉积岩系, 是盆地统一沉降前彼此分割的众多断陷中的沉积物。因此, 各断陷间发育不平衡, 岩性与厚度差别较大。下面自下而上分别介绍各组段的岩性特征、接触关系、生物化石等。

火石岭组(K1h):主要分布于吉林省营城附近和长春以东的石碑岭、大顶山一带。岩性主要为火山间歇喷发的中、酸性火山岩和凝灰岩(以中性为主)与砂泥岩沉积互层, 夹有数层

不可采煤层。产植物、孢粉等化石。与下伏地层呈不整合接触。厚度为 100—550m。

沙河子组(K1sh):主要分布于盆地东南部。岩性由灰白、灰黑色砂岩、粉砂岩、泥岩及酸性凝灰岩组成。产鱼、叶肢介、介形类、双壳类、植物、孢粉等化石。与下伏火石岭组为整合接触。厚度为 0—815m。可分 4 段,自下而上为:

沙一段:称凝灰岩段。厚 0—90m。

沙二段:称含煤砂、泥岩段。厚 25—300m。

沙三段:称泥岩段。厚 10—95m。

沙四段:称粉砂岩段。厚 225—330m。

营城组(K1yi):主要分布于第二松花江以南吉林省九台县、长春市、怀德县以及辽宁省昌图县等地,此外,盆地各个断陷内均有分布。岩性主要由中、酸性火山岩(以酸性火山岩为主)及火山碎屑岩组成,夹正常碎屑沉积岩和不稳定的局部可采煤层。产叶肢介、鱼、介形类、植物、孢粉等化石。与下伏沙河子组呈平行不整合接触。最大厚度达 960m。分 2 段:

营一段:由安山玄武岩、安山岩及安山质凝灰岩、火山角砾岩、粉砂岩、砂质泥岩及砾岩组成,厚 50—340m。

营二段:由酸性火山岩和火山岩碎屑岩组成,夹砂岩、粉砂岩和泥岩,厚 200—620m。

登娄库组(K1d):主要分布于盆地中部和东部,盆地东缘宾县和四平一带有小块出露。岩性主要为灰白色块状砂岩,暗色砂质泥岩,杂色砂泥岩和砂砾岩等成频繁互层的类复理式沉积,底部为砂砾岩,层内见少量凝灰岩薄层。产叶肢介、轮藻、植物和孢粉等化石。与下伏营城组为不整合接触,与上覆泉头组为连续沉积。最大厚度达 1 700m。分 4 段:

登一段:称沙泥岩段。厚 0—215m。

登二段:称暗色泥岩段。厚 0—700m。

登三段:称块状砂岩段。厚 0—612m。

登四段:称过渡岩性段。厚 0—212m。

三、孢粉组合及其特征

松辽盆地深层各组段多含有丰富的孢子花粉,根据其纵向上的变化规律,自下而上可分为 7 个孢粉组合。

1. 拟云杉粉属(*Piceites*)-云杉粉属(*Piceapollenites*)-桫欏孢属(*Cyathidites*)组合

本组合产于火石岭组,以绥深 1 井 2 392.5—2 397.3m 井段为代表。

组合中裸子植物花粉占优势,含量为 71.4—92.2%,蕨类植物孢子占次要地位,含量为 7.8—28.6%,被子植物花粉未见。

蕨类植物孢子中含量比较高的有 *Cyathidites*, *Granulatisporites* 和 *Osmundacidites*, 3 属的含量有时可达 20%;和海金砂科有关的分子 *Cicatricosisporites*, *Klukisporites* 以及早白垩世的代表分子 *Aequitriradites*, *Densoisporites* 等零星出现,数量很少。

裸子植物花粉中具气囊的松柏类花粉很丰富,含量一般超过 50%,有时达 80%,其中以 *Piceites* 和 *Piceapollenites* 为最高,一般超过 30%,最高可超过 60%,其次为 *Pinuspollenites*, 含量最高可达 20%;无气囊的松柏类花粉,如: *Psophosphaera*, *Inaperturopollenites*, *Taxodiaceapollenites* 和 *Perinopollenites* 等很少,含量一般不超过 10%; *Classopollis* 很少,

最高含量为5%;单沟类花粉不多。

2. 克拉梭粉属(*Classopollis*)-拟云杉粉属(*Piceites*)-紫萁孢属(*Osmundacidites*)组合

本组合产于沙河子组一、二段,以肇深5井4 325.5—4 327.0m井段为代表。

组合中裸子植物花粉占优势,含量为71.3—85.7%,蕨类植物孢子次之,含量为14.3—28.3%,被子植物花粉未见,藻类化石零星出现。

蕨类植物孢子中除 *Cyathidites*, *Granulatisporites*, *Osmundacidites* 等有一些含量外,其它多零星分布,含量很低;*Cicatricosisporites* 含量虽低,但经常见到,最高含量为4%;早白垩世的代表分子除前一组合的 *Cicatricosisporites*, *Klukisporites*, *Densoisporites* 和 *Aequitriradites* 外,又出现了 *Toroisporis*, *Converucosisporites* 等。

裸子植物花粉中具气囊的松柏类花粉仍占多数,一般为20%,最高超过50%,其中仍以 *Piceites*, *Piceapollenites* 和 *Pinuspollenites* 为首要分子;无气囊的松柏类花粉占有一定数量,其成分有 *Classopollis*, *Inaperturopollenites*, *Perinopollenites*, *Spheriipollenites* 和 *Taxodiaceapollenites* 等, *Classopollis* 经常存在,最高达17.6%;单沟类花粉少量见到。

3. 三角粒面孢属(*Granulatisporites*)-三角瘤面孢属(*Lophotriletes*)-无突肋纹孢属(*Cicatricosisporites*)组合

本组合产于沙河子组三、四段,以肇深5井3 901.10—4 125.96m井段为代表,还见于德深1井2 280.05—3 501.64m、农101井2 119.00—2 721.7m等井段。

组合中以蕨类孢子占绝对优势,含量超过80%,裸子植物花粉次之,含量在10%左右,被子植物花粉未见。

蕨类植物孢子中以 *Granulatisporites*, *Lophotriletes*, *Cicatricosisporites* 为最多,其次是 *Cyathidites* 和 *Converucosisporites*; *Cicatricosisporites* 较前面组合明显增多,最高含量可达28.4%。

裸子植物花粉含量低,其中具气囊的松柏类花粉的含量也很低。

4. 古松柏粉属(*Paleoconiferus*)-光面海金砂孢属(*Lygodiumsporites*)-桫欏孢属(*Cyathidites*)组合

本组合产于营城组,以保6井223.65—243.86m井段为代表,还见于双深4井2 546.27—2 568.57m、杜13井1 408.26—1 424.69m、江45井637.0—638.0m等井段。

总的看以蕨类孢子占优势,平均为52.8%左右,裸子植物花粉次之,占46.5%,不能定名的类型占0.7%。个别样品中似有相反情况,以裸子植物花粉占优势。被子植物花粉未见。

蕨类孢子和海金砂科有关孢子繁盛,主要有 *Schizaeisporites*, *Cicatricosisporites*, *Lygodiumsporites*, *Lygodioisporites*, *Pilosporites*, *Maculatisporites* 等,不仅类型多,而且含量也相当高,最低占21.9%,最高达58.6%。其中以 *Lygodiumsporites* 含量最高。

裸子植物花粉中具气囊的松柏类花粉占多数,尤其是古松柏类花粉,数量十分可观,其中以 *Paleoconiferus* 含量最高为0—29.3%, *Protoconiferus* 次之,为0—10.6%;无气囊的松柏类花粉和单沟类花粉相对含量较低。

5. 桫欏孢属(*Cyathidites*)-三角光面孢属(*Leiotriletes*)-棒纹粉属(*Clavatipollenites*)组合

本组合产于登娄库组一、二段,以三深1井2 393.10—2 511.24m井段为代表,还见于松基6井3 425.28—4 218.00m、芳深3井2 864.69—2 864.80m等井段。

组合中蕨类植物孢子占绝对优势,平均占孢粉总数的 83.0%,裸子植物花粉含量较低,占 13.2%,被子植物花粉占 2.8%,不能定名的类型占 1.0%。

蕨类植物孢子中以光面三缝孢类如 *Leiotriletes*, *Cyathidites* 和 *Gleicheniidites* 为多,含量超过 40%,尤其前两者,达 35%;和海金砂科有关的分子含量超过 15%,主要有 *Cicatricosisporites*, *Schizaeoisporites*, *Maculatisporites*, *Trilobosporites*, *Klukisporites* 等。

裸子植物花粉十分单调,缺乏具气囊的松柏类花粉,无气囊的花粉,如 *Classopollis*, *Inaperturopollenites*, *Perinopollenites* 等有一定含量,达 20%;具单沟的裸子植物花粉普遍存在。

被子植物花粉有 *Clavatipollenites* 和 *Tricolpites*。

6. 无突肋纹孢属 (*Cicatricosisporites*)-三角光面孢属 (*Leiotriletes*)-多孔粉属 (*Polyporites*)组合

本组合产于登娄库组三段,以昌 101 井 2 852.01m 为代表,还见于黎参 2 井 2 626.1m。

本段孢粉组合和登娄库组一、二段的显示了孢粉植物群的延续发展。

组合中蕨类植物孢子略占优势,含量为 58.2%,裸子植物花粉次之,占 41.65%,被子植物花粉零星出现。

蕨类植物孢子中除光面三缝孢类仍然很发达外,和海金砂科有关的孢子,不但数量有所增加,类型也更复杂,如 *Schizaeoisporites*, *Contignisporites*, *Appendicisporites* 和 *Pilosporites* 等出现,代表了早白垩世孢粉植物群的典型面貌。

裸子植物中仍以无气囊的分子为多,但具气囊的花粉的数量有增多之趋势。

被子植物中出现了 *Polyporites*,显示了被子植物的兴起,和登娄库组一、二段的组合有一定区别。

7. 三角光面孢属 (*Leiotriletes*)-希指蕨孢属 (*Schizaeoisporites*)-克拉梭粉属 (*Classopollis*)组合

本组合产于登娄库组四段,以朝深 4 井 2 272.5—2 278.0m 井段为代表,还见于长 4 井 1 793.2—1 799.33m,五深 1 井 1 470—1 666.5m,昌 102 井 2 768.24—2 800.38m 井段等。

组合中仍以蕨类植物孢子占多数,含量可达 43.5—80%,裸子植物花粉次之,被子植物花粉经常见到,数量很少。

蕨类植物孢子中光面三缝孢类仍很多,早白垩世的典型分子 *Cicatricosisporites*, *Schizaeoisporites*, *Impardecispora*, *Appendicisporites*, *Lygodiumsporites*, *Pilosporites*, *Foraminisporis*, *Gleicheniidites*, *Aequitriradites* 等或多或少出现,尤其 *Schizaeoisporites* 的数量有时很多,含量可达 27%。

裸子植物花粉以无气囊的松柏类较多,含量可达 30%,其中 *Classopollis* 的含量有时可达 28.3%,具气囊的松柏类花粉较少。

本组合和登娄库组三段的组合在光面三缝孢类的含量高、具气囊花粉很少以及早白垩世典型分子的普遍出现等方面是相像的,但以 *Schizaeoisporites* 和 *Classopollis* 含量较高与前一组合不同。

表 I 松辽盆地深层各组段孢粉百分含量表

Showing palynomorphs' percentages of each formation in the deep-beds (Lower Cretaceous) of Songliao Basin

百分含量 (%) 孢粉名称	地层	沙河子组		常城组	登娄库组		
		火石岭组	一、二段	三、四段	一、二段	三段	四段
<i>Triporoletes</i>				0—0.5	0—1.0		
<i>Stereisporites</i>			0—0.9	0—9.4			0.9
<i>Cingulatisporites</i>				0—2.7			
<i>Lycopodiumsporites</i>	0—2.0	0—2.0	0—6.7	0—3.5	0—2.3	1.8	
<i>Foveosporites</i>					0—1.0		
<i>Foveotriletes</i>			0—1.7		0—0.6		
<i>Acanthotriletes</i>	0—2.0	0—0.8			0.6—2.3		
<i>Aequitriradites</i>	0—4.0	0—0.9		0—3.5	0—0.5		
<i>Densoisporites</i>	0—2.0				0—0.5	0.7	
<i>Neoraistrickia</i>	0—4.0	0—2.6					
<i>Undulatisporites</i>				0—3.0	0—0.5		
<i>Baculatisporites</i>						2.5	
<i>Osmundacidites</i>	3.6—8.0	4.0—7.2	1.8—6.7	0—8.6	1.2—5.4	7.0	2.0
<i>Biretisporites</i>		0—0.8				0.35	
<i>Todisporites</i>		0—2.4					0.9
<i>Appendicisporites</i>					0—1.5		
<i>Cicatricosisporites</i>	0—2.0	0.8—4.0	1.8—28.4	0—10.8	8.0—13.5	24.6	0.9
<i>Concavissimisporites</i>						0.7	
<i>Impardecispora</i>			0—2.7				
<i>Klukisporites</i>	0—2.0	0—0.9				0.35	
<i>Lygodiumsporites</i>				0—24.3		1.1	
<i>Lygodioisporites</i>				0—10.8			
<i>Maculatisporites</i>				0—1.2			
<i>Pilosporites</i>				0—2.9			
<i>Toroisporis</i>		0—1.0			0—1.5		
<i>Schizaeoisporites</i>				0—3.1	0.7—1.5		27.0
<i>Gleicheniidites</i>	0—2.5	0—1.0	0—1.8	0—2.4	0—0.6	0.7	
<i>Hymenophyllumsporites</i>				0—2.3	0—2.0		
<i>Pterisporites</i>				0—2.7			
<i>Cibotiumspora</i>					0—1.0		
<i>Leptolepidites</i>						0.35	
<i>Deltoidospora</i>			0—1.7				
<i>Cyathidites</i>	1.2—11.0	0—8.0	3.3—15.3	0.5—13.5	19.4—36.8		
<i>Laevigatosporites</i>	0—2.0	0.4—3.5		0—2.3	2.5—5.4		0.9
<i>Brochotriletes</i>						0.35	
<i>Concavisporites</i>						0.35	
<i>Converrucosisporites</i>		0—0.8	0—12.6				
<i>Dictyotriletes</i>	0—2.0			0—3.1	1.2—9.3		
<i>Divisisporites</i>				0—1.2			
<i>Gabonisporis</i>					0—0.7		
<i>Granulatisporites</i>	1.2—16.0	0—8.0	8.3—25.2	0—1.5	1.0—12.4	2.1	0.9
<i>Leiotriletes</i>				0—7.0	15.5—21.5	15.5	6.3
<i>Lophotriletes</i>	0—2.0	0—1.0	13.3—25.2		0—0.5		
<i>Obtusisporites</i>					0.5—1.2		
<i>Punctatisporites</i>		0—4.0			0—1.5		2.7

百分含量(%) 孢粉名称	地层	火石岭组	沙河子组		常城组	登娄库组		
			一、二段	三、四段		一、二段	三段	四段
<i>Verrucosiporites</i>					0—2.4			
Indet. spore					0—8.3			
<i>Bennettites</i>	0—3.6	0.8—4.4						
<i>Cycadopites</i>	0—4.0				0—1.2	0—1.0		
<i>Classopollis</i>	0—5.0	0—17.0	0.9—1.7		0—8.6	0—4.3		28.3
<i>Podocarpidites</i>	1.0—8.0	0—7.8	0—1.7		0—3.1		1.8	
<i>Araucariacites</i>						0—1.6		
<i>Caytonipollenites</i>		0—1.6			0—5.9			
Pinaceae					0—12.9			2.0
<i>Abietineapollenites</i>	0—1.0							
<i>Abiespollenites</i>							3.5	
<i>Cedripites</i>	0—2.0	0—1.0						
<i>Parvisaccites</i>	0—1.0				0—8.6			0.9
<i>Piceapollenites</i>	16.0—22.5	2.0—11.4			0—8.6		5.6	
<i>Pinuspollenites</i>	8.0—20.1	10.4—16.0	1.7—2.7		0—7.0		4.2	
<i>Exesipollenites</i>			0—3.3					
<i>Taxodiaceapollenites</i>	0—1.0	0—1.7	0—1.7		0—2.7	0—4.0		4.5
<i>Sequoiapollenites</i>								2.0
<i>Eucommiidites</i>		0—1.6						
<i>Ephedripites</i>						1.5—6.0		0.9
<i>Cerebropollenites</i>			1.7—1.8				0.7	
<i>Chasmatosporites</i>							1.1	
<i>Erlianpollis</i>		0—1.7			0—8.6			
<i>Inaperturopollenites</i>	0—2.0	0—16.0	0—1.7		0—3.5	0—7.5	3.5	5.4
<i>Monosulcites</i>		0—4.0			0—3.1	2.0—3.8		8.1
<i>Paleoconiferus</i>	0—4.0	0—5.2	0—2.7		0—29.3			
<i>Perinopollenites</i>		0—2.2					0.7	
<i>Piceites</i>	18.4—26.2	8.0—22.0	0—4.5		0—1.5			
<i>Protoconiferus</i>	2.0—6.0	4.0—11.3	0—2.7		0—10.6		3.2	
<i>Protopinus</i>	0—3.0				0—3.1		8.5	
<i>Protopodocarpus</i>		0—3.3						
<i>Pseudopicea</i>							1.1	
<i>Psophosphaera</i>	0—4.0	1.6—12.0	0—0.9		0—1.2		5.3	0.9
<i>Quadraeculina</i>	0—1.0	0—2.0					0.35	
<i>Rotundipollis</i>								1.8
<i>Walchiites</i>					0—0.5			
<i>Clavatipollenites</i>						0—3.9		2.5
<i>Tricolpites</i>						0—0.7		
<i>Polyporites</i>							0.7	0.9
<i>Concentricystes</i>		0—0.8						
Indet. form					0—2.3	0—3.1		
蕨 类	7.8—28.6	14.3—28.3	83.8—85.0	10.6—78.4	80.5—84.7	58.2	43.5	
裸 子 类	71.4—92.2	71.3—85.7	15.0—16.2	21.6—88.9	7.8—19.5	41.6	54.8	
被 子 类					0—3.9	0.7	3.4	
藻类及其它		0—0.8		0—2.3	0—3.1			
代 表 井	缓深 1 井	肇深 5 井	肇深 5 井	保 6 井	三深 1 井	昌 101 井	朝深 4 井	
井 段	2392.50— 2397.30m	4325.50 4327.00m	3901.10— 4125.96m	223.65— 243.86m	2393.10— 2511.24m	2852.01m	2272.50— 2278.00m	

四、地质时代讨论

(一)火石岭组时代

火石岭组的 *Piceites-Piceapollenites-Cyathidites* 组合特征是:裸子植物花粉多于孢子,其中具气囊的松柏类花粉很丰富,含量一般超过 50%,而无气囊的松柏类花粉不多,尤其 *Classopollis* 很少,最高含量为 5%;孢子中 *Cyathidites*, *Osmundacidites* 和 *Granulatisporites* 经常出现并有一些含量,和海金砂科有关的 *Cicatricosisporites*, *Klukisporites* 以及早白垩世的代表分子 *Aequitriradites*, *Densoisporites* 等零星出现,数量很少。

我国晚侏罗世时以耐干旱的松柏类花粉 *Classopollis* 占统治地位,通常含量在 50% 以上为其特征(王思恩等,1985,320 页)。英国南部 Tithonian 阶孢粉组合也是以 *Corollina* 和杉科无口器花粉占 70—90% 为特征的(Dörhofer and Norris, 1977)。火石岭组孢粉组合中 *Classopollis* 的含量很少,而且出现早白垩世的代表分子 *Cicatricosisporites*, *Klukisporites*, *Aequitriradites*, *Densoisporites* 等,因此其时代不可能为侏罗纪,而是属于白垩纪。

辽西义县组孢粉组合特征是(蒲荣干等,1985,132 页):裸子植物花粉占优势,尤以双气囊松柏类花粉为多,主要为 *Piceapollenites*, *Pinuspollenites*, *Podocarpidites*, 但 *Pseudopicea*, *Paleoconiferus*, *Piceites* 也不少;*Classopollis* 的含量很低;孢子中 *Densoisporites* 很多,和海金砂科有关的孢子居第二位,另有 *Aequitriradites*, *Couperisporites*, *Triporoletes* 等。火石岭组孢粉组合和义县组的特征是完全相同的,但孢子较为单调, *Densoisporites*, *Cicatricosisporites*, *Aequitriradites* 等虽有出现,并无义县组的复杂。

火石岭组孢粉组合和内蒙古二连盆地阿尔善组的 *Klukisporites-Biretisporites-Quadraeculina* 组合(宋之琛等,1986)及裸子植物高含量组合(赵传本,1987)十分相像,共同特征是:具气囊的松柏类花粉很多,无气囊的松柏类不多, *Classopollis* 更少;孢子中 *Cyathidites*, *Granulatisporites*, *Osmundacidites* 普遍出现,而早白垩世的最常见分子 *Cicatricosisporites*, *Klukisporites*, *Aequitriradites* 等仅个别或少量出现, *Pilosporites*, *Appendicisporites*, *Trilobosporites* 等尚未出现。不同的是后两者的 *Cycadopites* 含量较高。

鉴于上面的分析,笔者认为火石岭组和义县组、阿尔善组大致可以对比,其时代为早白垩世初期,很可能属于别里阿斯期。但是综合考虑其它各方面的因素,如同位素年龄测定、古地磁等有关资料,火石岭组的时代也不排除属于晚侏罗世提堂期的可能性。

(二)沙河子组时代

1. 沙河子组一、二段的孢粉组合的主要特征和火石岭组的相似,其共同点是:组合中仍以裸子植物花粉占优势,孢子含量较小;裸子植物中以具气囊的松柏类为多,主要是 *Piceites*, *Piceapollenites*, *Pinuspollenites* 等;蕨类植物孢子中仍以 *Cyathidites*, *Granulatisporites*, *Osmundacidites* 为多。其区别是:本组合的无气囊松柏类花粉有所增加, *Classopollis* 最高含量达 17.6%;早白垩世的代表分子出现了 *Toroisporis*, *Coverrucosisporites* 等, *Cicatricosisporites* 的含量有所增加,达 4%。

辽西九佛堂组孢粉组合特征是:裸子植物花粉占优势,孢子较少;裸子植物中松柏类双气囊花粉十分丰富,主要是 *Piceapollenites*, *Podocarpidites*, *Pinuspollenites*, *Piceites* 等;

Classopollis 的含量平均为 4.5%, 最高可达 23.4%; 蕨类植物孢子以海金砂科的为多, 较前一组合有所增加, 但 *Appendicisporites* 仍未出现(蒲荣干等, 1985, 134 页)。这些特点和本组合是相像的, 尤其 *Classopollis* 含量的增加和与海金砂科有关孢子的增多的趋势, 两者是相同的。因此, 沙河子组一段和二段的时代很可能属于凡兰吟期。

吉林蛟河奶子山组孢粉组合特点是: 裸子植物花粉最多, 孢子居次; 裸子植物中双气囊的松柏类花粉占优势, 属于松科和罗汉松科; 孢子以 *Leiotriletes* 和 *Polypodiaceasporites* 为多, 海金砂科孢子占 3%, 其它数量很少(黎文本, 1984, 68 页)。这些特征与火石岭组及沙河子组一段和二段孢粉组合十分相像。不过本文的双气囊松柏类花粉主要为 *Piceapollenites*, *Piceites* 和 *Pinuspollenites*, 而蛟河的主要为 *Protopinus*。黎文本将奶子山组的时代定为别里阿斯期至凡兰吟期。因奶子山组孢粉组合与火石岭组及沙河子组一段和二段的组合相似程度很大, 本文认为将沙河子组一段和二段的时代定为凡兰吟期是合适的。

2. 沙河子组三段和四段孢粉组合以蕨类植物孢子占绝对优势, 裸子植物花粉含量较少为特征。组合的成分单调, 能较准确确定地质时代的分子不多, 结合上、下层位孢粉组合的时代综合考虑, 沙河子组三、四段的时代可能相当于戈特列夫期。

(三) 营城组时代

营城组孢粉组合的主要特征是和海金砂科有关的孢子繁盛, 不仅类型多, 含量也相当高, 其中新出现的有 *Schizaeosporites*, *Lygodiumsporites*, *Lygodioisporites*, *Pilososporites*, *Maculatisporites* 等。这些分子都是早白垩世最常见的类型。

营城组孢粉组合和吉林蛟河乌林组的十分相似, 如: 组合中蕨类植物孢子和裸子植物花粉所占的比例差不多; 蕨类植物孢子中均以和海金砂科有关的孢子极为丰富, 含量超过 20%; 裸子植物均以两气囊花粉为主等。但营城组孢粉组合中古松柏类花粉占有一定数量, 这一点同乌林组的不同(黎文本, 1984, 73 页)。

内蒙古二连盆地赛汉塔拉组二段 *Densoisporites*-*Podocarpidites*-*Protoconiferus* 组合和营城组的也有相像之处, 如: 裸子植物花粉中的松科和原始松柏类花粉很多, 尤其是 *Protoconiferus*, *Protopinus*, *Piceites* 等古老类型占有相当份量; 另一方面, 和松科有关的分子也有一定份量, 但不如古老松柏类丰富(宋之琛等, 1986, 160 页)。蕨类植物孢子中相同的成分很多, 但含量差异较大, 营城组孢粉组合中以 *Lygodiumsporites* 含量为最高, 而赛汉塔拉组二段的却以 *Densoisporites* 居首位。

通过上面的分析, 营城组和乌林组, 赛汉塔拉组二段大致可以对比, 时代定为巴列姆期比较合适。

(四) 登娄库组时代

1. 登娄库组一、二段的孢粉组合特征是: 蕨类植物孢子占组合的多数, 裸子植物花粉次之, 被子植物花粉偶见; 蕨类孢子中以光面三缝孢类, 如 *Cyathidites*, *Leiotriletes*, *Gleicheniidites* 占多数, 总数接近 40%, 单缝的 *Laevigatosporites* 也有一定含量(2.5—5.4%); 和海金砂科有关的分子有 *Schizaeosporites*, *Cicatricosisporites*, *Appendicisporites*, *Toroisporis*, *Maculatisporites*, *Trilobosporites*, *Klukisporites*, *Lygodiumsporites* 等, 其总含量在 15—20%; 早白垩世的代表分子还有: *Aequitriradites*, *Densoisporites*, *Interulobites* 等; 反映了典型的早白

垩世组合色彩;被子植物花粉出现了 *Clavatipollenites*, *Tricolpites*。

上述特征中最具地质时代意义的是被子植物花粉的出现。*Clavatipollenites* 最初由 Couper(1958)描述于英格兰 Wealden 地层,其后在欧洲、北美大西洋沿岸平原及赤道西部非洲的巴列姆期地层,加拿大西部中阿尔必期和原苏联、澳大利亚的早阿尔必期地层也有发现。在我国此属曾在辽西阜新组、河北的青石砬组、内蒙古固阳组和赛汉塔拉组二段上部见到(花如红,1991,13 页)。*Tricolpites* 在低纬度最早出现于阿普第期,一般出现于阿尔必期。

登娄库组一段和二段的孢粉组合和辽西阜新组的是很相似的,如组合以蕨类孢子为主,裸子植物花粉次之,被子植物花粉个别发现 *Clavatipollenites*;蕨类孢子中光面三缝孢类的含量较高;与海金砂科有关分子的类型复杂,再加上早白垩世的代表分子,使孢子丰富多彩;裸子植物的 *Classopollis* 数量不多(蒲荣干等,1985,156—158 页)。

因此,登娄库组一段和二段的时代为巴列姆期—阿普第早期,与阜新组的时代大致相当。

2. 登娄库组三段 *Cicatricosisporites*-*Leiotriletes*-*Polyporites* 组合中早白垩世代表分子又有新出现,如 *Triporoletes*, *Contignisporites*, *Brochotriletes*, *Crybelosporites* 等;*Cicatricosisporites* 在一些样品中含量很高达 24.6%;另外, *Polyporites* 被子植物花粉出现。

Polyporites 最早由 Мchedlishvili(1961)描述于俄罗斯西伯利亚土仑阶,其后在赛诺曼阶和阿尔必阶均找到这属花粉。在我国,这属花粉在松辽盆地的泉头组(高瑞祺,1982)、内蒙古二连盆地哈达图组(花如红,1991;王鑫甫等,1992)等有发现。

考虑到本组合早白垩世代表分子的丰盛多样和 *Cicatricosisporites* 的众多出现,尽管出现了一粒 *Polyporites* 花粉,这一组合仍然可能代表了阿普第时代的特征。

因此,将登娄库组一段至三段的地质时代笼统归为巴列姆期至阿普第期更为可信。

3. 登娄库组四段 *Leiotriletes*-*Schizaeoisporites*-*Classopollis* 组合中早白垩世代表分子仍然丰富多彩,和登娄库组三段的相像;另外 *Schizaeoisporites* 的含量高,可达 27%;被子植物

表Ⅱ 松辽盆地深层地层与邻区划分对比表

Showing strata correlation among the deep-beds of Songliao Basin and the neighbour areas

地 层 时 代		地 区	吉林 蛟河地区	辽西地区	内蒙古 二连盆地	松辽盆地
早 白 垩 世	阿尔必期			孙家湾组	哈达图组	
	阿普第期	磨石砬子组		阜新组		登娄库组
	巴列姆期	乌林组		沙海组	赛汉塔拉组	营城组
	戈特列夫期			九佛堂组		沙河子组
	凡兰吟期	奶子山组		义县组	阿尔善组	火石岭组*
	别里阿期期					
资料来源			黎文本(1984)	蒲荣干等(1985)	宋之琛等(1986)	本文

* 火石岭组也有可能属于晚侏罗世提堂期

花粉 *Polyporites* 和 *Clavatipollenites* 继续存在,数量很少。

Schizaeoisporites 在登娄库组四段以下的地层中也有分布,但数量很少,至登娄库组四段才有较多数量的分布。此属为白垩纪的繁盛分子,尤其在早白垩世晚期和晚白垩世早期分布很广(Волховитина, 1961)。黎文本(1983)所划分的我国早白垩世植物地理区的南方区中, *Schizaeoisporites* 在巴列姆期以前只有 1—3% 的含量,阿普第期一般为 5%,个别可达 19%,至阿尔必期以后,则突然增加到 30% 以上。

根据早白垩世代表分子的多样化, *Schizaeoisporites* 的数量较多和被子植物花粉很少的特征,登娄库组四段的时代可能是阿尔必期早期。

表Ⅱ 松辽盆地深层孢粉组合特征表

Showing the characteristics of palynological assemblages in the deep-beds (Lower Cretaceous) of Songliao Basin

地层			孢粉组合	主 要 特 征	时 代
早白垩世	登娄库组	四段	7. <i>Leiotriletes-Schizaeoisporites-Classopollis</i>	蕨类孢子占优势,光面三缝孢类仍很多,早白垩世典型分子或多或少出现,尤其 <i>Schizaeoisporites</i> 数量很多,最高可达 27%;裸子类花粉以无气囊的松柏类为多,含量可达 30%,其中 <i>Classopollis</i> 含量有时可达 28.3%,具气囊的松柏类花粉较少。	阿尔必早期
		三段	6. <i>Cicatricosisporites-Leiotriletes-Polyporites</i>	蕨类孢子略占优势,除光面三缝孢类仍然很发达外,和海金砂科有关的分子不但数量有所增加,类型也更复杂;裸子类花粉中仍以无气囊松柏类花粉为多,但具气囊松柏类花粉数量有增多之趋势;被子类花粉出现了 <i>Polyporites</i> 。	阿普第期
		二段	5. <i>Cyathidites-Leiotriletes-Clavatipollenites</i>	蕨类孢子占绝对优势,以光面三缝孢类为多,含量超过 40%,和海金砂科有关的分子含量超过 15%;裸子类花粉十分单调,缺乏具气囊松柏类花粉,但无气囊的松柏类花粉有一定含量,达 20%;被子类花粉出现了 <i>Tricolpites</i> , <i>Clavatipollenites</i> 。	巴列姆期—阿普第早期
		一段			
	营城组	二段	4. <i>Paleoconiferus-Lygodiusporites-Cyathidites</i>	蕨类孢子略占优势,和海金砂科有关的孢子繁盛,最高达 58.6%,其中 <i>Lygodiusporites</i> 含量最高;裸子类花粉中具气囊的松柏类花粉占多数,尤其是古松柏类花粉数量十分可观,其中 <i>Paleoconiferus</i> 最高达 29.3%, <i>Protoconiferus</i> 最高达 10.6%。	巴列姆期
		一段			
	沙河子组	四段	3. <i>Granulatisporites-Lophotriletes-Cicatricosisporites</i>	蕨类孢子占绝对优势,以 <i>Granulatisporites</i> , <i>Lophotriletes</i> , <i>Cicatricosisporites</i> 为最多, <i>Cicatricosisporites</i> 最高达 28.4%;裸子类花粉含量低,其中具气囊松柏类花粉含量也很低。	戈特列夫期
		三段			
		二段	2. <i>Classopollis-Piceites-Osmundacidites</i>	裸子类花粉占优势,仍以具气囊松柏类花粉为多,一般为 20%;无气囊松柏类花粉占有一定数量, <i>Classopollis</i> 经常存在,最高达 17.6%;蕨类孢子中 <i>Cyathidites</i> , <i>Osmundacidites</i> , <i>Granulatisporites</i> 含量较高; <i>Cicatricosisporites</i> 经常见到,最高达 17.6%,早白垩世代表分子又出现了 <i>Toroisporis</i> , <i>Converucosisporites</i> 。	凡兰吟期
		一段			
	火岭组	石岭	1. <i>Piceites-Piceapollenites-Cyathidites</i>	裸子类花粉占优势,尤以具气囊松柏类花粉为多,含量一般超过 50%;蕨类孢子中 <i>Cyathidites</i> , <i>Osmundacidites</i> , <i>Granulatisporites</i> 经常出现并有一些含量,和海金砂科有关的 <i>Cicatricosisporites</i> , <i>Klukisporites</i> 以及早白垩世的代表分子 <i>Aequitriradites</i> , <i>Densoisporites</i> 等零星出现,数量很少。	别里阿斯期或提堂期(J ₃)

五、孢粉植物区系和气候

世界范围的早白垩世孢粉植物区系由 Brenner(1976)、Srivastava(1978)和 Herngreen 和 Chlonova(1981)等讨论过。

Brenner 将全球巴列姆期至赛诺曼期的孢粉植物群分为 4 个区,即 1)北劳亚区,2)南劳亚区,3)北冈瓦纳区和 4)南冈瓦纳区。松辽盆地属于北劳亚区,以具气囊的松柏类花粉占优势为特征。

Srivastava 将全球早白垩世植物群分为 3 区:Ⅰ区位于西伯利亚北部,包括阿拉斯加和加拿大北部等,以不含 *Classopollis* 为特征;Ⅱ区包括南美北部及非洲北部,以具有 *Dicheiropollis etruscus* 为特征;其余地区为Ⅲ区,以含有 *Classopollis* 为其特征,包括我国的松辽盆地。

Herngreen 和 Chlonova 分全球早白垩世孢粉植物群为 3 大区:北方大区、西非-南美大区 and 冈瓦纳大区。和当前研究地区相关的北方大区又分为北美西欧区和西伯利亚区。西伯利亚区又分为北极亚区、欧洲亚区和西伯利亚亚区。北极亚区以几乎不含 *Classopollis*, *Pilosiporites*, *Aequitriradites*, *Impardecispora trioreticulosa* 等区别于西伯利亚亚区(详见宋之琛等,1986,152 页)。松辽盆地应属于北方大区西伯利亚区的西伯利亚亚区。

黎文本(1983)分我国早白垩世孢粉植物群为南方区——*Classopollis-Schizaeoisporites* 植物群和北方区——*Disacciatrileti-Cicatricosisporites* 植物群。两植物群区的界线大致在北纬 40°—45°之间呈北西西-南东东走向。松辽盆地显然是处于北方区内。

北方区孢粉植物群以含有大量的具气囊松柏类花粉和丰富多样的海金砂科孢子为特征,气候一般湿润,但随着环境的变化,各时期也不尽相同。现根据孢粉组合简要地探讨各地层组沉积时的气候概况。

火石岭组和沙河子组一、二段的孢粉组合以具气囊的松柏类花粉丰富,*Classopollis* 的数量不多和类型多样的孢子为特征,其所反映的气候似乎为较湿润的亚热带型。

沙河子组三、四段和营城组的孢粉尽管不丰富,但表明的气候特征与前面提出的不会有明显的区别,仍然为较湿润的亚热带型。

登娄库组一、二段的孢粉组合反映了似乎更适合于蕨类植物生长的生态环境,这就是湿润的生境和温暖的气候相结合的生态体系,这由丰富多彩的孢子类型得到证明。因此,气候为湿润的亚热带型(甚至为南亚热带型)。

登娄库组三段的孢粉反映了似乎更温暖的气候,海金砂科孢子的类型和数量更多,但 *Classopollis* 和 *Schizaeoisporites* 的数量不多,气候可能是较湿润的南亚热带型或热带型。

登娄库组四段的孢粉组合,因 *Classopollis* 和 *Schizaeoisporites* 的较高含量,反映了较干旱的特征,气候为较干旱的亚热带型。

总之,本区的气候在早白垩世时一直处于亚热带范围内,早期一般较潮湿,晚期似趋向干旱。

六、新种描述

圆角孢属 Genus *Cardioangulina* Maljavikina 1949 ex Potonie, 1960

弯曲圆角孢(新种) *Cardioangulina sinuatus* sp. nov.

(图版 I, 图 17)

孢子大小 35 μ m,轮廓三角形,边中部深凹,角部半圆形;三射线清楚,长为 2/3 半径,微

开裂;外壁两层,外层厚于内层,斑点状;孢子中部色暗,角部色淡。

比较 本新种以体积小、边中部深凹和射线区的色暗为特征,与同属其它种容易区别。

产地层位 黑龙江大庆市,登娄库组二段。

哈瑞德孢属 Genus *Haradisporites* Singh et Kumar, 1972

平滑哈瑞德孢(新种) *Haradisporites psilatus* sp. nov.

(图版 I, 图 18)

孢子大小 $28\mu\text{m}$, 轮廓三角形, 边平直或微凹, 角部浑圆, 一角略长; 三射线伸达赤道, 微波状, 具窄唇, 等宽, 约 $1.5\mu\text{m}$; 外壁厚约 $1\mu\text{m}$, 近平滑。

比较 本新种以射线伸达赤道和此属模式种 *H. mineri* Singh et Kumar 1972 不同, 后者射线长为 $3/4$ 半径。*Haradisporites* 以三角形轮廓和微弱波曲的射线和 *Undulatisporites* 区别, 后者射线多强弯曲。

产地层位 黑龙江泰康县, 营城组。

圆形光面孢属 Genus *Punctatisporites* Ibrahim 1933 emend. Potonie et Kremp, 1954

内皱圆形光面孢(新种) *Punctatisporites infrarugosus* sp. nov.

(图版 I, 图 9—11)

孢子大小 $34—41\mu\text{m}$, 轮廓近圆或亚圆形; 三射线长为 $3/4$ 半径或伸达赤道, 具窄唇, 宽 $1—3\mu\text{m}$, 或开裂呈凹边三角形; 外壁厚 $2—3\mu\text{m}$, 表面粗糙或细颗粒状纹饰, 显内褶皱结构; 轮廓线平滑。

比较 本新种的特点是外壁显内褶皱结构。

产地层位 黑龙江泰康县, 营城组。

内痕圆形光面孢(新种) *Punctatisporites infrastriatatus* sp. nov.

(图版 I, 图 7, 8)

孢子大小 $39—41\mu\text{m}$, 轮廓近圆形, 因挤压而变形; 三射线长伸达赤道, 似具窄唇, 从顶向赤道微增宽, 达 $2\mu\text{m}$, 射线弯曲; 外壁厚 $1.5—2.5\mu\text{m}$, 表面粗糙至细颗粒状, 显辐射状的内条痕; 轮廓线微不平。

比较 本新种以显辐射状的内条痕为其特征。

产地层位 黑龙江泰康县, 营城组。

波缝孢属 Genus *Undulatisporites* Pflug, 1953

弯曲波缝孢(新种) *Undulatisporites sinuatus* sp. nov.

(图版 I, 图 12)

孢子大小 $40\mu\text{m}$ 左右, 轮廓圆形; 三射线弯曲, 微裂开, 长为 $2/3$ 半径; 外壁厚实, 平滑。

比较 本新种以微裂开、等宽而弯曲的射线为特征。此属其它种的射线多为具唇而隆起, 与本新种十分不同。

产地层位 黑龙江大庆市, 登娄库组二段。

参 考 文 献

王思恩等, 1985: 中国的侏罗系。地质出版社。

王鑫甫、宋之琛、张大华, 1992: 内蒙古二连盆地早白垩世巴彦花群被子植物花粉。微体古生物学报, 9(3): 243—256。

叶得泉、钟筱春等, 1990: 中国北方含油气区白垩系。石油工业出版社。

- 宋之琛、刘耕武、黎文本、贾秉力、花如红,1986: 内蒙古二连盆地早白垩世孢子花粉,刊于“内蒙古二连盆地白垩纪介形类和孢粉化石。”安徽科学技术出版社。
- 花如红,1991: 内蒙古二连盆地早白垩世被子植物花粉。地质出版社。
- 陈丕基,1988: 热河动物群的分布和迁移——兼论中国陆相侏罗-白垩系界线划分。古生物学报,27(6):659—683。
- 高瑞祺,1982: 松辽盆地白垩纪被子植物花粉的演化。古生物学报,21(2):217—223。
- 赵传本,1985: 孢粉学的侏罗-白垩系界线划分标志。大庆石油地质与开发,4(4):1—9。
- 赵传本,1987: 二连盆地早白垩世孢粉组合。石油工业出版社。
- 蒲荣干、吴洪章,1985: 辽宁西部中生界孢粉组合及其地层意义。辽宁西部中生代地层古生物(二),121—212页。地质出版社。
- 黎文本,1983: 中国早白垩世孢粉植物群及其地理分区。中国古生物地理区系(古生物学基础理论丛书):142—151页。科学出版社。
- 黎文本,1984: 吉林蛟河早白垩世孢粉组合。中国科学院南京地质古生物研究所集刊,19号:67—142。
- Brenner, G. J., 1864: The spores and pollen of the Potomac Group of Maryland. Maryland Dept. Geol. Mines Water Resources, Bull., 27:1—215。
- Brenner, G. J., 1976: Middle Cretaceous floral provinces and early migrations of angiosperms. in "Origin and early evolution of angiosperms", edited by Beck, C. B., Columbia Univ. Press, p. 23—47。
- Burger, D., 1966: Palynology of uppermost Jurassic and lowermost Cretaceous strata in eastern Netherlands. Leid. Geol. Meded, 35:211—276。
- Burger, D., 1980: Palynological studies in the Lower Cretaceous of the Surat Basin, Australia. Bur. Miner. Res. Geol. Geoph. Bull., 160:1—104。
- Burger, D., 1989: Australian Phanerozoic Timescales, 9. Cretaceous. ibid. Record 1989, 39:1—36。
- Couper, R. A., 1958: British Mesozoic microspores and pollen grains——A systematic and stratigraphic study. Palaeontog. B, 103:75—179。
- Delcourt, A. F., Dettmann, M. E. and Hughes, N. F., 1963: Revision of some lower Cretaceous microspores from Belgium. Palaeontology, 6(2):282—292。
- Dettmann, M. E., 1963: Upper Mesozoic microflores from southeastern Australia. Proc. Roy. Victoria, N. S., 77(1):1—148。
- Dorhofer, G. and Norris, G., 1977: Discrimination and correlation of highest Jurassic and lowest Cretaceous terrestrial palynoflores in north-west Europe. Palynology, 1:79—93。
- Herngreen, G. F. W., and Chlonova, A. F., 1982: Cretaceous microfloral provinces. Pollen et Spores, 23(3—4):441—556。
- Norris, G., 1969: Miospores from the Purbeck beds and marine Upper Jurassic of southern England. Palaeontology, 12:575—620。
- Norris, G., 1973: Palynologic criteria for recognition of the Jurassic-Cretaceous boundary in west Europe. "Palynology of Mesozoic". Proc. 3rd. Int. Palynol. Conf., p. 97—100。
- Jansonius, J. and Hills, L. V., 1976—1981: Genera file of spores and pollen. Spec. Publ., Dept. Geol. Univ. Calgary, Canada。
- Pocock, S. A. J., 1963: Microfloral analysis and age determination of strata at the Jurassic-Cretaceous boundary in the western Canada plains. Palaeontog., B, 111:1—95。
- Pocock, S. A. J., 1967: The Jurassic-Cretaceous boundary in northern Canada. Rev. Palaeobot. Palynol., 5:129—136。
- Srivastava, S. K., 1972: Systematic description of some spores from the Edmonton formation (Maestrichtian), Alberta, Canada. Palaeontog., B, 139:1—46。
- Srivastava, S. K., 1975: Microspores from the Fredericksburg Group (Albian) of the southern United States. Paleobiologie continentale, 6(2):1—119。
- Srivastava, S. K., 1983: Cretaceous phytogeoprovinces and paleogeography of the Indian plate based on palynological data. in "Cretaceous of India", Indian Assoc. Palynostratigraphers, Lucknow (India). p. 141—157。
- Болховитина Н. А., 1956: Атлас спор и пыльцы из юрских и нижнемеловых отложений Виллюйской впадины. Тр. ГИН АН СССР, 2:1—185。
- Болховитина Н. А., 1959: Спорно-пыльцевые комплексы Мезозойских отложений Виллюйской впадины и их значение для стратиграфии. Тр. ГИН АН СССР, 24:1—185。
- Болховитина Н. А., 1961: Ископаемые и современные спор семейства схизейных. Тр. ГИН АН СССР, 40:1—176。
- Вербицкая З. И., 1962: Палинологическое обоснование стратиграфического расчленения меловых отложений Сучанского

каменноугольного бассейна. Лаб. Геологии Угля АН СССР, **15**:1—160.

Самойлович С. Р. ред., 1961: Лыльца и споры западной Сибири, юра-палеоцен. Тр. ВНИГРИ, **177**:1—352.

[1994 年 1 月 3 日收到]

PALYNOLOGICAL STUDY OF DEEP-BEDS (LOWER CRETACEOUS) IN SONGLIAO BASIN, CHINA

Gao Rui-qi, Zhao Chuan-ben and Zheng Yu-long

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Daqing

Petroleum Administrative Bureau, Daqing 163712, Heilongjiang)

Song Zhi-chen, Huang Pin and Wang Xin-fu

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

Key words: Songliao Basin, deep-bed, Early Cretaceous, Palynology

Summary

The deep-beds in the Songliao Basin include the Huoshiling, Shahezi, Yingcheng and Denglouku Formations in ascending order. Seven palynological assemblages have been analysed from these formations, with their characteristics and geological ages recognized as follows:

1. *Piceites-Piceapollenites-Cyathidites* Assemblage, yielded from the Huoshiling Formation. It is characterized by the high percentages of coniferous pollen with saccate, especially *Piceites* and *Piceapollenites* commonly occupying 30% (at most 60%) in content, and *Pinuspollenites* occupying a second position, accounting for 20%, the more spores such as *Cyathidites*, *Osmundacidites* and *Granulatisporites* with very few *Klukisporites* and *Cicatricosisporites*, and the absence of angiospermous pollen. Its geological age might be referred to Berriasian or Tithonian (J_3).

2. *Classopollis-Piceites-Osmundacidites* Assemblage, obtained from members 1—2 of the Shahezi Formation. It is similar to the previous one in containing rich coniferous pollen with saccate, such as *Piceites*, *Piceapollenites*, *Pinuspollenites*, etc., with more spores such as *Cyathidites*, *Granulatisporites* and *Osmundacidites*; but different in the increase of *Classopollis* and more common presence of *Cicatricosisporites*. Its age might be dated Valanginian.

3. *Granulatisporites-Lophotriletes-Cicatricosisporites* Assemblage, analysed from members 3—4 of the Shahezi Formation and marked by the large content of spores, which account for 80%, with *Granulatisporites*, *Cicatricosisporites* and *Lophotriletes* occupying the first, and *Cyathidites* and *Converrucosisporites* occupying the second position. Its age might be referred to Hauterivian.

4. *Paleoconiferus-Lygodumsporites-Cyathidites* Assemblage, which is characterized by the spores occupying a slightly larger content than gymnospermous pollen; the very rich spores related to Lygodiaceae, such as: *Schizaeisporites*, *Cicatricosisporites*, *Lygodiumsporites*, *Lygodioisporites*, *Pilosisorites*, *Maculatisporites*, etc., amounting to 21.9—58.6%; and the most frequent occurrences of the genera *Paleoconiferus*, *Protoconiferus*, etc. among the gymnospermous pollen. Its age might be referred to Barremian.

5. *Cyathidites-Leiotriletes-Clavatipollenites* Assemblage, obtained from member 1—2 of the Dengloulou Formation. It is characterized by the spores occupying a larger content than gymnospermous pollen, with a very small amount of angiospermous pollen; the spores *Cyathidites*, *Leiotriletes*, and *Gleicheniidites* occupying ca. 40% of the total assemblage, while the monolete *Laevigatosporites* amounting to 2.5—5.4%, the spores related to Lygodiaceae with many forms, such as *Shizaeisporites*, *Cicatricosisporites*, *Appendicisporites*, *Toroisporis*, *Maculatisporites*, *Trilobosporites*, *Klukisporites* and *Lygodiumsporites*, etc., amounting to 15—20% of the total assemblage; and the angiospermous pollen such as *Clavatipollenites* and *Tricolpites* only occasionally found. Its geological age seems belonging to Barremian-Early Aptian.

6. *Cicatricosisporites-Leiotriletes-Polyporites* Assemblage, seen in Member 3 of the Dengloulou Formation. It is characterized by the appearances of some new forms of Early Cretaceous spores, such as: *Triporoletes*, *Contignisporites*, *Brochotriletes*, *Pilosisorites*, *Crybelosporites*, etc.; the increase of *Cicatricosisporites* (to 24.6%) and the appearance of angiospermous pollen *Polyporites*. Its age also might belong to Aptian.

7. *Leiotriletes-Schizaeisporites-Classopollis* Assemblage, obtained from Member 4 of the Dengloulou Formation. It is similar to the preceding assemblage in containing rich spores related to Lygodiaceae; but different in the great increase of the spore *Schizaeisporites* (to 27%); otherwise, some angiospermous pollen grains including *Clavatipollenites* and *Polyporites* are still present. Its geological age might be referred to Early Albian.

The Songliao Basin in the Early Cretaceous was situated in the *Disacciatrileti-Cicatricosisporites* microflora of North China (the other one is the *Classopollis-Schizaeisporites* microflora in South China) (Li, 1983). The climate belonged to the subtropical type throughout the Early Cretaceous in the Songliao Basin, but it was wet in the early and dry in the later period.

图 版 说 明

均×800,化石标本保存在大庆石油管理局勘探开发研究院。

图 版 I

1. *Schizaeisporites* cf. *praeclarus* (Chlonova) Song et Zheng, 1981 玻片号: W1/44(2), 登娄库组三段。
- 2—4. *Schizaeisporites kulandyensis* (Bolchovitina) Song et Zheng, 1981
玻片号: C4/3(3), C4/3(1), W1/40(2), 登娄库组四段。
- 5, 6. *Schizaeisporites certus* (Bolchovitina) Gao et Zhao, 1976 玻片号: C4/2(2), C4/2(3), 登娄库组四段。
- 7, 8. *Schizaeisporites minor* Wan et Li, 1986 玻片号: W1/44(3), Z5/79(2), 登娄库组四段。
- 9, 10. *Schizaeisporites laevigataeformis* (Bolchovitina) Gao et Zhao, 1976
9. 玻片号: W1/44(2), 登娄库组三段。 10. 玻片号: C4/3(2), 登娄库组四段。
11. *Cicatricosisporites annulatus* Archangelsky et Gamero, 1966 玻片号: S6/M7(2), 登娄库组二段。

12. *Cicatricosisporites augustus* Singh, 1971 玻片号: W1/42(1), 登娄库组四段。
13. *Cicatricosisporites minutaestriatus* (Bolchovitina) Pocock, 1964 玻片号: S3/1(3), 登娄库组三段。
14. *Cicatricosisporites imbricatus* (Markova) Singh, 1971 玻片号: S6/M7(2), 登娄库组四段。
15. *Cicatricosisporites apiteretus* Phillips et Felix, 1971 玻片号: S3/1(2), 登娄库组三段。
16. *Cicatricosisporites* sp. 玻片号: S5/5(3), 登娄库组三段。
17. *Appendicisporites tricornitatus* Weyland et Greifeld, 1953 玻片号: S6/25(1), 登娄库组二段。
18. *Klukisporites variegatus* Couper, 1958 玻片号: S4/D3(1), 营城组。
19. *Brochotriletes* sp. 玻片号: D13/1(2), 营城组。
20. *Interulobites exuperans* (Chlonova) Jia, 1986 玻片号: Z5/79(2), 登娄库组四段。
21. *Pilosporites trichopapillosus* (Thiergart) Delcourt et Sprumont, 1955 玻片号: S6/25(1), 登娄库组二段。
22. *Converrucosisporites regularis* Zhang Q. B., 1984 玻片号: W1/42(3), 登娄库组四段。
23. *Baculatisporites* cf. *comaumensis* (Cookson) Potonie, 1956 玻片号: D13/1(6), 营城组。
24. *Leptolepidites major* Couper, 1958 玻片号: D13/1(6), 营城组。
25. *Concavissimisporites globosus* Phillips et Felix, 1971 玻片号: S4/D4(1), 营城组。
26. *Pterisisporites minor* Li, 1984 玻片号: S6/65(10), 登娄库组二段。
27. *Concavissimisporites* cf. *verrucosus* Delcourt et Sprumont, 1955 玻片号: S4/D4(1), 营城组。

图 版 I

1. *Plicifera* cf. *decara* (Bolch.) Bolchovitina, 1968 玻片号: F3 129(2), 登娄库组四段。
2. *Gleicheniidites senonicus* Ross, 1949 玻片号: D1/CT(2), 沙河子组。
3. *Cibotiumspora* cf. *juriensis* (Balme) Filatoff, 1975 玻片号: S6/10(4), 登娄库组二段。
4. *Undulatisporites undulapolus* Brenner, 1963 玻片号: S6/24(1), 登娄库组三段。
- 5, 6. *Deltoidospora halli* Miner, 1935 5. 玻片号: W1/42(2), 登娄库组四段; 6. 玻片号: S3/1(3), 登娄库组三段。
- 7, 8. *Punctatisporites infrastratus* sp. nov. 玻片号: D13/1(2), D13/2(3), 营城组; 7. Holotype。
- 9—11. *Punctatisporites infrarugosus* sp. nov. 玻片号: D13/1(7), D13/1(1), D13/1(1), 营城组; 9. Holotype。
12. *Undulatisporites sinuatus* sp. nov. 玻片号: S6/13(2), 登娄库组二段; Holotype。
13. *Lavisporites wulinensis* Li, 1984 玻片号: S4/D2(2), 营城组。
14. *Cyathidites punctatus* (Delc. et Sprum.) Delcourt, Dettman et Hughes, 1963 玻片号: S1/8(3), 营城组。
15. *Polycingulatisporites reduncus* (Bolchovitina) Playford et Dettmann, 1965 玻片号: S4/D6(1), 营城组。
16. *Cyathidites minor* Couper, 1953 玻片号: S6/10(1), 登娄库组二段。
17. *Cardioangulina sinuatus* sp. nov. 玻片号: S6/M1(2), 登娄库组二段。
18. *Haradisporites psilatus* sp. nov. 玻片号: D13/1(4), 营城组。
19. *Laevigatosporites ovatus* Wilson et Webster, 1946 玻片号: D13/2(1), 营城组。
20. *Aequitriradites ornatus* Upshaw, 1963 玻片号: D1/A14(2), 沙河子组。
- 21, 22. *Exesipollenites pseudotoiletes* Jiang, 1983 玻片号: Z3/16(1), 登娄库组三段。
23. *Exesipollenites tumulus* Balme, 1957 玻片号: Z3/16(1), 登娄库组三段。
24. *Exesipollenites* cf. *pseudotriletes* Jiang, 1983 玻片号: C4/3(1), 登娄库组四段。
25. *Eucommiidites troedssonii* Eredtman, 1948 玻片号: D13/1(3), 营城组。
26. *Cycadopites nitidus* (Balme) Pocock, 1970 玻片号: W1/44(1), 登娄库组三段。
27. *Concentrisporites fragillis* (Burger) Li et Hua, 1986 玻片号: D1/A14(3), 沙河子组。
28. *Concentrisporites* sp. 玻片号: D1/A14(2), 沙河子组。
- 29—32. *Classopollis annulatus* (Verb.) Li, 1974
29. 玻片号: D1/CT(2), 沙河子组; 30, 31. 玻片号: C4/2(1), W1/44(3), 登娄库组三段; 32. 玻片号: D13/1(5), 营城组。

图 版 II

1. *Paleoconiferis annulatus* Hua et Liu, 1986 玻片号: D13/1(4), 营城组。
2. *Protopollen vastus* Bolchovitina, 1956 玻片号: D13/1(4), 营城组。
- 3, 4. *Cerebropollenites carlyensis* Pocock, 1970 玻片号: 13/1(1), D13/1(2), 营城组。
- 5, 6. *Erltanpollis mediocris* Zhao, 1987 玻片号: D13/1(2), D13/1(4), 营城组。
7. *Piceites podocarpoides* Bolchovitina, 1956 玻片号: Z3/16(1), 登娄库组三段。
8. *Pinuspollenites minutus* (Zaklinskaja) Song et Zheng, 1981 玻片号: W1/40(2), 登娄库组四段。

- A standard linear barcode consisting of vertical black bars of varying widths.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>





