

# 甘肃民和盆地早白垩世孢粉植物群的古气候环境和地理分区位置<sup>①</sup>

吉利明

(中国科学院兰州地质研究所)

**提 要** 甘肃兰州西固附近下白垩统河口组上亚组含丰富的孢粉化石,孢粉组合以 *Piceapollenites*—*Cicatricosisporites*—*Tricolpopollenites* 为代表,裸子植物花粉略占优势,蕨类植物孢子次之,被子植物花粉很少,地质时代为早白垩世晚期(Aptian—Albian)。该地层是迄今为止民和盆地所发现的下白垩统最高层位。当时民和盆地正处于植物非常繁盛的热带、亚热带区,前期气候较湿润,后期相对干旱。为我国传统植物地理分区的南方区混生过渡带,在数字分类的孢粉植物分区中处于北方区的西北—东北省。

**关键词** 早白垩世 孢粉植物群 古气候 植物地理分区

**第一作者简介** 吉利明 男 30岁 助理研究员 地层古生物学

## 引 言

民和盆地属祁连地层区,中祁连分区,民和盆地小区。区内缺失整个古生界,中生界出露不全,新生界发育广泛。该小区的白垩系在甘肃境内主要分布在永登、皋兰和兰州;下白垩统是一套紫红、灰绿及灰褐色河湖相碎屑岩,厚度巨大且不稳定,化石稀少,被称为河口组,分上、下两个亚组<sup>[2]</sup>。本文研究的样品采自兰州西固柴家台上亚组剖面。通过对40余个孢粉样品的分析和鉴定,共发现孢粉化石58属113种;建立了孢粉组合、亚组合;确定了其地质时代;通过孢粉植物群特征和生态环境的讨论,推断了古气候环境;对我国早白垩世孢粉植物地理分区进行了探讨,确定了民和盆地当时所处的地理分区位置。

## 1 孢粉植物群特征

经系统鉴定统计,河口组上亚组共发现孢粉化石58属113种,其中蕨类植物孢子28属

<sup>①</sup> 国家自然科学基金资助项目

56种,裸子植物花粉29属55种,被子植物花粉1属2种。此外,还发现个别的疑源类和沟鞭藻化石。孢粉组合特征可概括为以下几个方面:

### 1.1 孢粉组合的总体面貌

裸子植物花粉略占优势,含量为56.5%;蕨类植物孢子居第二位,含量为42.2%;被子植物花粉含量很低为1.4%(表1)。此外,还伴生稀少的疑源类和沟鞭藻微化石。

表1 河口组上亚组孢粉化石分类百分含量

Table 1 Classificatory percentage of sporo-pollen fossils from Upper Subformation of Hekou Formation

分类位置		化石属名	上亚组孢粉组合	
			第一亚组合	第二亚组合
Pteridophyta	Selaginellaceae	<i>Aequitriradites</i>	1.44	
		<i>Densosporites</i>	4.88	11.45
		<i>Hsuisporites</i>	0.72	
		<i>Neorotstricka</i>	1.44	1.53
		<i>Undulatisporites</i>	1.20	0.76
		<i>Verrucosporites</i>	1.20	
	Lycopodiaceae	<i>Lycopodiumsporites</i>	0.48	0.76
	Cyatheaceae	<i>Cyathidites</i>	3.85	3.50
	Polypodiaceae	<i>Deltoidospora</i>	1.44	3.05
	Dicksoniaceae	<i>Cibotiumspora</i>	1.20	
		<i>Cingulatisporites</i>	0.24	
	Dipteridaceae	<i>Dictyophyllidites</i>	0.24	
	Gleicheniaceae	<i>Gleicheniidites</i>	0.96	0.76
	Osmundaceae	<i>Osmundacidites</i>	0.48	
<i>Todisporites</i>		0.24		
Lygodiaceae	<i>Cicatricosporites</i>	6.97	6.11	
	<i>Concavissimisporites</i>	0.96		
	<i>Lygodiumsporites</i>	2.40	4.08	
	<i>Toroisporis</i>	0.24	0.76	
Schizaeaceae	<i>Triobosporites</i>	1.44		
	<i>Schizaeisporites</i>	5.53	5.34	
Incertae Sedis	<i>Baculatisporites</i>	0.24		
	<i>Biretisporites</i>	1.92	3.05	
	<i>Foraminisporis</i>	0.24		
	<i>Interculobites</i>	0.24		
	<i>Ischyosporites</i>	0.48	1.53	
	<i>Polycingulatisporites</i>	0.72		
	<i>Reticulatisporites</i>	0.24		

续表 1

分类位置		化石属名	上亚组孢粉组合	
			第一亚组合	第二亚组合
Gymnospermae	Cycadaceae	<i>Cycadopites</i>	6.73	14.50
	Bennettitaceae	<i>Bennettites</i>		1.53
		<i>Eucomioidites</i>	0.24	1.53
	Ginkgoaceae	<i>Monosulcites</i>		1.53
	Podocarpaceae	<i>Parvisaccites</i>	1.20	0.76
		<i>Phyllocladites</i>	0.24	
		<i>Podocarpidites</i>	3.61	0.76
		<i>Rugubivesiculites</i>	0.72	
	Araucariaceae	<i>Araucariacites</i>	0.96	
		<i>Psophosphaera</i>	1.44	3.05
	Pinaceae	<i>Abietinaepollenites</i>	3.61	2.29
		<i>Cedripites</i>	1.68	2.29
		<i>Piceae pollenites</i>	10.10	2.29
		<i>Piceites</i>	0.24	0.76
<i>Pinuspollenites</i>		1.92	2.29	
Taxodiaceae	<i>Peraiopollenites</i>	1.20		
	<i>Sciadopityspollenites</i>	0.24		
Cupressaceae	<i>Inaperturopollenites</i>	0.72	1.53	
Cheirolepidiaceae	<i>Classopollis</i> *	7.69	16.00	
Ephedraceae	<i>Ephedripites</i>	2.40	0.76	
Icetae Sedis	<i>Alisporites</i>	7.45	1.53	
	<i>Callialasporites</i>	1.68		
	<i>Cerebropollenites</i>	0.24		
	<i>Jiaohepollis</i>	0.24		
	<i>Protopinus</i>	0.76	0.76	
	<i>Pseudopicea</i>			
	<i>Quadraeculina</i>	1.44	0.76	
	<i>Spheripollenites</i>	0.24	0.76	
	<i>Jugella</i>	0.48	0.76	
Angiospermae	<i>Tricolpopollenites</i>	0.72	0.76	

### 1.2 蕨类植物孢子

海金沙科孢子占重要地位,含量达 11.8%,其中以 *Cicatricosisporites* 属含量最高, *Lycopodiumsporites* 属次之,还见有 *Trilobosporites*、*Toroisporis* 等。卷柏科及可能属于该科的孢子含量也很高,且属种较多,以 *Densoisporites* 为主,出现的其他属还有 *Aequitriradites*、*Hsuisporites* 等。莎草蕨科的 *Schizaeoisporites* 属含量达 5.4%,种类繁多。桫欏科的 *Cyathidites*、水龙骨科的 *Deltoidospora* 含量都在 3.0% 左右。其他科属还见有石松科的 *Lycopodiumsporites*、里白科的 *Gleichenioidites* 及紫萁科的 *Osmundacidites* 等。分类位置不明的孢子类型总含量为 4.6%,其中除 *Biretisporites* 含量较高外,其余的 *Baculatisporites*、*Foraminisporis* 等均不超过 1.0%。

### 1.3 裸子植物花粉

松科花粉占明显优势,达 9.9~17.6%;其中以 *Piceapollenites* 含量最高,其次为 *Abietineapollenites*, *Pinuspollenites*、*Cedripites* 也有相当含量,此外还见有个别的 *Piceites*。掌鳞杉科的 *Classopollis* 具较高的含量 7.7~16.0%。苏铁科的 *Cycadopites* 也占很高比例,为 6.7~14.5%。罗汉松科花粉含量为 3.7%,常见属有 *Podocarpidites*、*Parrisaccites* 等。南美杉科和麻黄科的含量均为 2.8%,见有 *Ephedripites*、*Psophosphaera* 等。还见有可能与杉科有亲缘关系的 *Perinopollenites*、与银杏科有亲缘关系的 *Monosulcites* 及与本内苏铁科有关的 *Bennettites* 等。分类位置不明的裸子植物花粉占 3.8~12.3%,常见有 *Alisporites*、*Callialasporites* 等。

#### 1.4 被子植物花粉

被子植物花粉含量很低,仅 1.4%,但具有重要的地层意义,出现的 *Tricolpopollenites* 为原始类型的被子植物花粉。

以上特征表明,上亚组孢粉组合是一个类型丰富,属种繁多的孢粉组合。依据孢粉化石属种在地史上的重要性,结合各自的分布和含量,该组合可确立为以 *Piceapollenites*—*Cicatricosisporites*—*Tricolpopollenites* 为代表的组合。纵观上亚组孢粉组合,根据孢粉科属类型及一些重要属种在分布和含量上的明显变化,可以进一步将其划分为上、下两个亚组合。下部亚组合含有许多较古老的属种,如 *Cibotiumspora*、*Todisporites*、*Osmundacidites*、*Callialasporites* 等,这些分子在上部亚组合中均不再出现。下部亚组合中双气囊裸子植物花粉所占比重很大,可达 41.0%,而上部亚组合中下降至 15.2%。下部亚组合中 *Classopollis*、*Cycadopites* 含量均为 7.0% 左右,到上部亚组合则上升至 15.0%。此外,下部亚组合出现的疑源类、沟鞭藻在上部亚组合中没有发现。

通过对组合中重要化石属种在国内各地出现的时代<sup>[1][4]</sup>及在国外的地史分布规律<sup>[7][9]</sup>研究,与不同地区孢粉组合特征的对比如<sup>[3]</sup>,认为河口组上亚组孢粉组合可以同湖北宜昌五龙组<sup>[1]</sup>、江西信江周家店组(韩秀萍,1983)所含的孢粉组合进行对比,同澳大利亚 Surat 盆地<sup>[8]</sup>、埃及 Myle Delt 地区<sup>[10]</sup>早白垩世晚期的孢粉组合也很相似,其地质时代为早白垩世 Aptian—Albian 期;含有古老孢粉类型的第一亚组合时代相当于 Aptian 期,而均为新生类型的第二亚组合时代相当于 Albian 期。本文所研究的河口组上亚组地层是到目前为止民和盆地所发现的下白垩统最高的层位。

## 2 孢粉植物群反映的古气候环境

作为植物体繁殖器管的孢子花粉,可以用来追溯产生它的母体植物;一定的孢粉组合代表着一定的植物群落。地表植被的发育直接受气候条件的控制,根据现代植物群生存的环境可以推断古植物群生长的气候和地理环境。虽然第三纪以前地球上出现的植物种多数已经绝灭,但现今仍存在一些与古植物亲缘关系接近或形态、生态相似的类型;因此,了解现存的这些植物生态环境,用将今论古的原则,就可以在一定程度上恢复古孢粉植物群当时生存的气候环境。迄今为止,在这方面人们已经取得了许多规律性的认识。

现代松科植物多生长在气候较温和潮湿的北温带,为高山常绿乔木。罗汉松科、南美杉科和苏铁科是广泛分布于南半球热带、亚热带区的乔木,前两者适应潮湿的雨林气候,后者更适应干旱环境。掌鳞杉科及麻黄科是干燥炎热气候区的矮小灌木。现代海金沙科的海金

沙属多生长在南半球热带、亚热带,是潮湿气候区的草本或攀缘植物。与 *Cicatricosisporites* 有亲缘关系的 *Anemia* 和 *Mohria* 目前仅产于美洲和南非,是热带雨林中的草本植物。莎草蕨科 *Schizaeoisporites* 各种多见于南半球,是热带干旱地区的草本。桫欏科大都是热带、亚热带潮湿气候区的树蕨。

从上述各种植物的现代分布来看,河口组上亚组孢粉组合中,多数孢粉的母体植物是生长在温暖、较湿润的环境,推测是热带、亚热带气候控制下,雨量比较充沛、植物茂盛的生态环境。可以想见,在远山上生长着以松科为主,间有苏铁科、罗汉松科及南美杉科的森林植被景观,形成山麓长绿林带,较平坦的局部伴生桫欏科树蕨及被子植物,较干热的山坡地段生长着掌鳞杉科、麻黄科及莎草蕨科灌木丛,林下、低洼处及湖泊边缘等阴湿处繁生着海金沙科、卷柏科等蕨类草丛,湖泊、沼泽等积水中发育藻类植物。

根据古地磁数据计算,河口组上亚组沉积时期该地区的古纬度为  $16^{\circ}36' \sim 29^{\circ}55'N$ ,平均值  $25^{\circ}N$  左右,进一步证明了上述的推断。上亚组组合中,早期的第一亚组合孢粉植物群所含的松科、罗汉松科等双气囊花粉很高达 30% 以上, *Classopollis*、*Cycadopites* 较少,分别为 7.7% 和 6.7%,并见有疑源类、沟鞭藻,反映相对温和潮湿的气候。后期的第二亚组合中,松科、罗汉松科等双气囊裸子植物花粉含量大大下降,仅为 13% 左右,同时 *Classopollis*、*Cycadopites* 含量明显上升,分别达 16% 和 15%,且未见藻类化石,反映气候较前期变得干旱。

### 3 孢粉植物群的古地理分区位置

#### 3.1 综合比较地理分区中的位置

以孢粉组合所含的典型分子,结合古气候环境、地球阻隔等来划分植物地理区的方法就是综合比较法,也是古生物地理分区的传统方法。早白垩世孢粉植物分区多数学者是以北纬  $38^{\circ}$  附近北西西—南东东向直线将我国分为南北两区;北方区包括东北、华北北部,反映较温湿的环境,早白垩世晚期变得较干燥,且范围缩小到东北和内蒙地区;南方区指除北方区以外的广大地区,反映持续干旱的热带、亚热带环境;并称南方区中祁连山—秦岭—苏北一线以北的地区为混生过渡带<sup>[4][6]</sup>。

上述分区可表示为:南方 *Classopollis*—*Schizaeoisporites* 植物群,或 *Classopollis*—*Schizaeoisporites*—*Cycadopites* 植物群;北方 *Disaccitriletti*—*Cicatricosisporites* 植物群,或 *Piceapollenites*—*Cicatricosisporites*—*Ginkgoites* 植物群。早白垩世孢粉植物群共同的特点是均以海金沙科占优势。北方区相对类型更丰富,松科、罗汉松科等含量较高, *Cicatricosisporites* 较多见,而 *Schizaeoisporites*、*Classopollis* 相当贫乏。南方区类型比较单调, *Schizaeoisporites*、*Classopollis* 占重要地位,出现较多柏科的 *Exesipollenites*,而 *Cicatricosisporites* 含量较少,后期出现较多的单沟、三沟及三孔沟型被子植物花粉。

更为详细的早白垩世各期孢粉植物群划分认为,早白垩世晚期我国北方区可以松辽地区泉头组为代表,表示为 *Cicatricosisporites*—*Tricolpopollenites*—*Quantonenpollenites* 组合;组合中的蕨类植物孢子主要是 *Cicatricosisporites*、*Cyatidites* 和 *Schizaeoisporites*,伴有 *Densoisporites* 等,裸子植物花粉中松柏类含量较少, *Inaperturopollenites*、*Classopollis* 等含量较高,出现小个体的三沟被子植物花粉。南方区可以湖北五龙组为代表,表示为 *Schizaeoisporites*—*Brimonosulcites*—

*Tricolpopollenites* 组合;组中中蕨类植物孢子尤以 *Schizaeosporites* 居多;*Cicatricosisporites* 很少见,裸子植物花粉主要是 *Classopollis*、*Exesipollenites*、*Psophosphaera*,伴生有 *Brimonosulites* 等,被子植物花粉是光滑或具网纹的三沟粉<sup>[3]</sup>。

通过组合特征对比,本文认为河口组上亚组孢粉组合应属于我国南方孢粉植物区的混生过渡带。组合中除具有许多南方植物群常见的 *Classopollis*、*Schizaeosporites*、*Psophosphaera*、*Jagella*、*Cycadopites* 等外,又含有北方植物群常见的 *Piceapollenites*、*Cicatricosisporites*、*Densosporites*、*Cyathidites*、*Aequitriradites*、*Jiaohepollis* 等。

### 3.2 数字分类地理分区中的位置

以地层分区为单位即样本,以古生物属种为变量进行 Q 型二态聚类分析,确定表示地层分区间亲疏关系的类似性系数值,用均值的对组加权法进行聚类,即可得出古生物地理分区的雏形,调整不合理的及难以解释的聚类点之后便能绘制出地理分区图<sup>[5]</sup>。

实践证明 Otc 类似性系数在古生物地理方面具有较好的效果。笔者选择了我国早白垩世孢粉研究较好、化石丰富且可靠的 14 个地区的下白垩统层位:1)内蒙钱家店盆地协尔苏组(刘兆生等,1988);2)黑龙江鸡西盆地滴道组(张清波,1986);3)河北黄骅凹陷下白垩统(郭蔚虹等,1989);4)山西左云左云组(余静贤,1986);5)江西信江盆地周家店组(韩秀萍,1983);6)湖北大冶灵乡群(张振来,1984);7)内蒙二连盆地巴彦花组(宋之琛等,1986);8)宁夏六盘山六盘山群(刘兆生,1983);9)甘肃酒泉盆地地下新民堡群(徐仁等,1974);10)甘肃民和盆地河口组(余静贤等,1982);11)新疆塔里木盆地卡普沙良群(江德昕,1988);12)河南确山谭楼组(钱少华等,1986);13)湖北宜昌五龙组(李曼英等,1978);14)广东三水盆地白鹤洞组(宋之琛等,1986)。这些层位同时代表着我国早白垩世 14 个不同的地层分区(李佩贤,1986)。以种为单位统计了上述每个地层单元所含孢粉化石的种数  $N_{(i)}$ ,又统计了每两个地层单元所公有的种数  $C_{(i,j)}$ 。

经计算可得出  $Otc(Otc=C/\sqrt{N_1 \cdot N_2})$  系数矩阵  $O_{(14,14)}$ :

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1														
2	0.1475													
3	0.1712	0.1756												
4	0.0748	0.1353	0.1440											
5	0.0623	0.0902	0.1918	0.1885										
6	0.1257	0.1365	0.3147	0.1110	0.1761									
7	0.1739	0.1349	0.1914	0.1254	0.1114	0.1370								
8	0.2132	0.1029	0.2190	0.1435	0.1593	0.2211	0.0636							
9	0.1571	0.1564	0.1210	0.1586	0.0880	0.1667	0.0791	0.1508						
10	0.2105	0.2477	0.2331	0.2257	0.2064	0.2009	0.2942	0.2019	0.2093					
11	0.2073	0.1601	0.2235	0.2092	0.1394	0.2345	0.2132	0.1591	0.3078	0.3534				
12	0.0833	0.0805	0.2354	0.0841	0.1556	0.1886	0.1304	0.0711	0.0884	0.1776	0.1244			
13	0.0489	0.0885	0.2259	0.1727	0.2739	0.2281	0.0820	0.2501	0.2074	0.2778	0.1459	0.2200		
14	0.0505	0.0366	0.1363	0.1020	0.2549	0.1287	0.0509	0.1293	0.1072	0.1436	0.0754	0.1516	0.3335	

其中最大系数值为  $O_{10,11}=0.3534$ ,首先可将 10 和 11 归为一类,然后逐步从均值后的

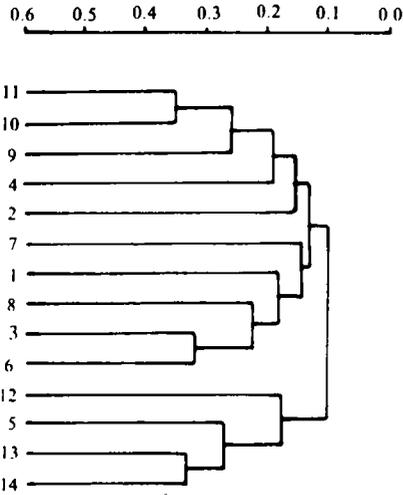


图 1 早白垩世孢粉  
Otc 系数聚类枝状图

Fig. 1 Cluster Chart of  
Otc Coefficient on the Sporo-  
pollen of Early Cretaceous

反映的分区特征与 Otc 系数聚类结果基本一致,突出的差异是将六盘山分区独立出来,成为北方区中一个特殊的孢粉植物生态体系。

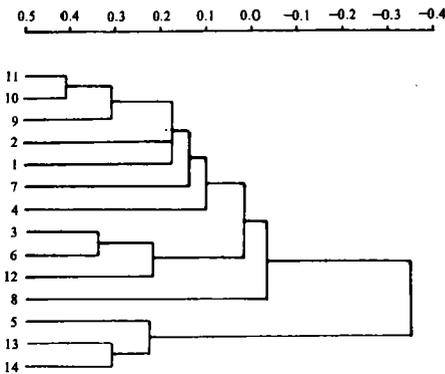


图 2 早白垩世孢粉相关系数聚类枝状图

Fig. 2 Cluster Chart of Correlation Coefficient  
on the Sporo-pollen of Early Cretaceous

传统的划分结果相比,两者差别较大。最明显的差别是将西北地区 and 东北地区划归一个省,说明这两个地区早白垩世孢粉植物群总体面貌上很近似。两类划分也有相近之处,如数字分类法所划的南北两区的界线与传统方法划出的过渡带的南部边界基本一致。

系数矩阵中选出每次的最大值,共进行 13 次,以聚类的结果为依据可绘出聚类谱系图。图 1 明显反映出我国早白垩世孢粉植物存在两个较大的分区,第一是北方区,包括整个北方及华中地区,在 0.14 的类似性标准下又可分为西北—东北和华北—华中两个省;第二个是东南区,范围较小,仅一个省。

仍以地层分区为样本,而以各分区孢粉组合为变量,统计出各分区中含有多少该组合的成分,来进行相关系数分析,选择 R 型聚类,计算出各孢粉植物群间的亲疏程度,也可反映出各孢粉植物群所代表的不同地层分区间的地理关系。

$$\text{相关系数 } r_{ij} = \frac{\sum_k (x_{ik} - \bar{x}_i)(x_{jk} - \bar{x}_j)}{\sqrt{\sum_k (x_{ik} - \bar{x}_i)^2 \sum_k (x_{jk} - \bar{x}_j)^2}},$$

$i, j, k = 1, 2, 3, \dots, 14$

图 2 是根据相关系数聚类结果得出的谱系,所

综合以上两种聚类的结果,可将已知的 14 个地层分区依孢粉植物群相似性程度分为两个区:北方区 I (11, 10, 9, 4, 2, 7, 1, 8, 3, 6) 和南方区 II (12, 5, 13, 14)。北方区包括三个省:西北—东北省 I<sub>1</sub> (11, 10, 9, 2, 1, 7, 4)、六盘山省 I<sub>2</sub> (8) 和华北—华中省 I<sub>3</sub> (3, 6)。南方区的几个分区划归一个省:东南省 II<sub>1</sub> (5, 12, 13, 14)。如图 3 所示。

依据生物群相似性做出的地理分区包含多重意义,除反映孢粉植物地理区相同外,也反映生物相即气候环境相似,还反映具有相近的地质时代。民和盆地在早白垩世孢粉植物地理分区中,处于北方区的西北—东北省,与同省的新疆塔里木盆地和甘肃酒泉盆地类似性系数很高。数字分类法的划分结果与传统

传统的综合比较法以孢粉植物群的重要分子及所代表的古气候环境为依据,突出了典型分子的作用,不免存在很多人为因素。相比之下,用数字分类法来进行孢粉植物地理分区可能更切合实际,其缺点是只考虑属种的存在与否,没考虑其含量的多少。两种方法从不同侧面反映了孢粉植物分布特征,可结合起来互相补充。

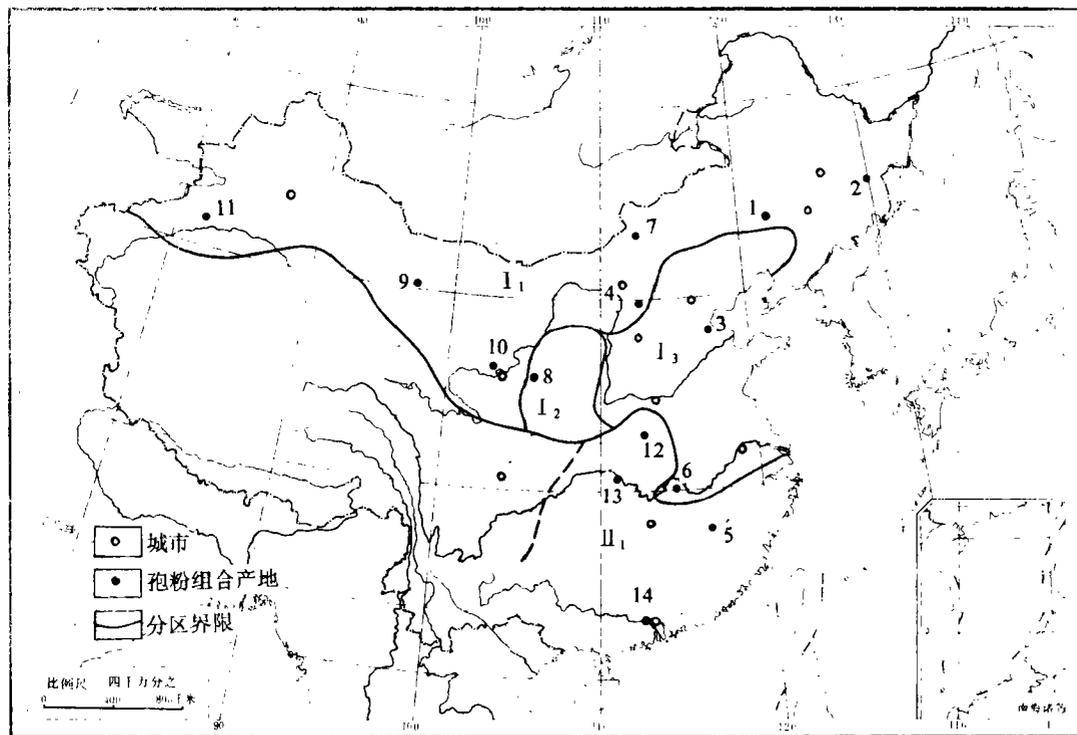


图3 数字分类的早白垩世孢粉植物地理分区图

- 北方区: I<sub>1</sub>-西北-东北省 1. 内蒙钱家店盆地协尔苏组 2. 黑龙江鸡西盆地滴道组 4. 山西左云左云组  
 7. 内蒙二连盆地巴彦花组 9. 甘肃酒泉盆地新民堡群 10. 甘肃民和盆地河口组 11. 新疆塔里木盆地卡普沙良群 I<sub>2</sub>-六盘山省 8. 宁夏六盘山六盘山群 I<sub>3</sub>-华北-华中省 3. 河北黄骅凹陷下白垩统 6. 湖北大冶灵乡群
- 南方区: I<sub>1</sub>-东南省 5. 江西信江盆地周家店组 12. 河南确山谭楼组 13. 湖北宜昌五龙组  
 14. 广东三水盆地白鹤洞组

Fig. 3 Provincialization of Early Cretaceous Palynology on Numerical Taxonomy

本文是1986年国家自然科学基金资助项目“甘肃中生代磁性地层”课题的部分内容。古地磁数据由孟自芳研究员提供,工作中得到江德昕研究员指导,特此致谢!

## 参 考 文 献

- [1] 李曼英,宋之琛,李再平,1978,中国科学院南京地质古生物研究所集刊,9卷,1—60页。
- [2] 余静贤,张望平,赵清顺,宋坤民,1982,中国地质科学院地质研究所所刊,5卷,111—126页。
- [3] 余静贤,张清波,1986,白垩纪的生物群——孢粉组合。中国的白垩系,39—43页,地质出版社。
- [4] 徐玉林,1985,地球科学,10卷,特刊,225—232页。
- [5] 梁有机,殷鸿福,徐桂荣,1988,数学方法在古生物地理学研究中的应用。中国古生物地理学,42—53页,中国地质大学出版社。
- [6] 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,142—151页,科学出版社。
- [7] Brenner, G. J. ,1963, The Spores and Pollen of the Potomac Group of Maryland, Dept. Geol. Mines and Water Resoure Bull. , Vol. 27, p. 1—215.
- [8] Burger, D. ,1980, Palynological studies in the Lower Cretaceous of the Surat Basin, Australia. Australian Government Publishing Service Bull. ,Vol. 189,p. 48—68.
- [9] Norris, G. ,1967, Spores and Pollen from the Lower Colorado Group of Central Alberta, Palaeontographica, Abt. B. ,Vol. 120,p. 72—115.
- [10] Sultan, I. Z. ,1986, Palynostratigraphy of Lower Cretaceous Sediments in the Nile Delta Region. Egypt. , Revista Espanola de Micropalaeontologia, Vol. 18. No. 1,p. 55—70.

## The Provincialization Position and the Paleoclimate of the Early Cretaceous Microflora in the Minhe Basin, Gansu Province

*Ji Liming*

(Lanzhou Institute of Geology, Academia Sinica)

### Abstract

This paper deals with the spores and pollen from the Upper Subformation of the Hekou Formation of Lower Cretaceous in Xigu District of Lanzhou, Gansu Province, China. The spore—pollen assemblage of the Upper Subformation has been established, and it was named as *Piceapollenites — Cicatricosisporites — Tricolpopollenites*. The assemblage is characterized by the slight dominance of Gymnospermous pollen, its percentage amounts to 56.5%. The Pteridophyta spores amounts to 42.2%, and the Angiospermous pollen merely to 1.4%.

The Lygodiaceae of Pteridophyta is the most important family in the assemblage. The genus *Cicatricosisporites* is predominant. *Lygodiumsporites* and *Trilobosporites* are common. The spores of Selaginellaceae are important, too. Among them, *Densoisporites* is predominant, and the others are *Aequitriradites* and so on. *Schizaeoisporites* of Schizaeaceae is of higher percentage, consisting of many

species. The other families are low in the percentage, such as *Cyathidites*, *Deltoidospora*, *Lycopodiumsporites* etc.. The Pinaceae pollen of the Gymnospermae is predominant. The most abundant genus is *Piceapollenites*, and *Abietinaepollenites* is next to it. The others in the family are *Pinuspollenites* etc.. The genus *Classopollis* of Cheirolepidiaceae amounts to 11.9%. The appering genera in other families of the Gymnospermae include *Podocarpidites*, *Ephedripites*, *Rugubivesiculites*, *Callialasporites*, *Jiaohepollis* etc., and the percentage of each one is low. *Tricolpopollenites* is the only genus in the Angiospermae.

In the sporo—pollen assemblage of the Upper Subformation, the first subassemblage includes old types and disaccate pollen of Gymnospermae more than the second one, and some microfossils of Dinoflagellate and Acritarch appear. But the percentages of *Classopollis* and *Cycadopites* are lower.

By analysing the periods of the important genera and species in the assemblage and comparing with the known assemblages in various districts, the author considered that the geologicage of the assemblage is the late phase of Early Cretaceous, that is Aptian—Albian stages. So far the stratum of the Upper Subformation is the uppermost one of the Lower Cretaceous which has been found in the Minhe Basin.

Based on the studies above, the paleoclimate of the botanic community in the late phase of Early Cretaceous has been discussed according to actuopaleontolog. It is suggested that the Minhe Basin situated in the tropics or subtropics in the Early Cretaceous, where the plants were luxuriant. The climate should be humid in the early stage for the first subassemblage, and the climate should be comparatively arid in the late stage for the second one.

Furthermore, the author referred plenty of material on Early Cretaceous palynology of China, tried to interpret the paleobotanic provincialization and thought that the Minhe Basin was situated in the Transitional Zone of the Southern Region in Early Cretaceous on the traditional biogeographic provincialization. On the numerical taxonomic provincialization of Early Cretaceous palynology, China can be divided into two regions: the North Region and the South Region, which can further be divided into some provinces. The Minhe Basin is in the Northwest—Northeast Province of the North Region.