

酒泉盆地第三纪孢粉组合及其古环境探讨

马瑾乾

(玉门石油管理局研究院 735200)

孢粉是母体植物的生殖细胞。因此,利用孢粉潜能够部分或近似地恢复古植被与古气候。

本文利用孢粉组合图式代替孢粉谱,探讨了酒泉盆地第三系各岩组的孢粉组合特征,用孢粉组合及植物的生态习性推测了各沉积时期的古植被、古气候分布特征,又用孢粉分异度的变化探讨了各岩组的古环境变化,从而揭示了孢粉植被与古环境之间的内在联系,为油气勘探和研究提供了依据。

关键词 第三纪孢粉组合 古植被 古气候 古环境

作者简介 马瑾乾 男 58岁 高级工程师 石油地质

1 地层简述

第三纪地层经过岩性、古生物和接触关系研究,自下而上分为下第三系柳沟庄组、火烧沟组(驢马城段、乔家段、红柳峡段),白杨河组(间泉子段、石油沟段、干油泉段),上第三系弓形山组、路塘沟组和牛路套组(表1)。

表1 酒泉盆地第三纪地层划分简表

界	系	统	组	段	古生物组合
新 生 界	第四系	更新统	玉门组		
	上第三系	上新统	牛路套组 N _{2n} 路塘沟组 N _{2g}		介形虫: <i>Lyocypris gibba</i> , <i>Cyprideis littoralis</i> 孢粉: 藜粉属-蒿粉属-禾本粉属组合
		中新统	弓形山组 N _{1gs}		介形虫: <i>Cypridopsis? Cavernosa</i> , <i>Cyprinotus</i> sp. 32. <i>Eucypris foveatus</i> . 孢粉: 松科-藜粉属-桦科组合
	下第三系	渐新统	白杨河组 E _{3b}	干油泉段 E _{3b} ¹	哺乳类: <i>Tataromys grangeri</i> , <i>Eucricetodon asiaticus</i> , <i>parasmithus cf. tangigoli</i> , <i>Desmatolagus</i> sp. 孢粉: 麻黄粉属-藜粉属-拟白刺粉属组合
				石油沟段 E _{3b} ²	
				间泉子段 E _{3b} ¹	
				红柳沟段 E _{3b} ³	
	火烧沟组 E _{3h}	乔家段 E _{3h} ²	哺乳类: <i>Mimolagus rodeus</i> , <i>Anagalopsis kansuensis</i> . 孢粉: 麻黄粉属-藜粉属-拟白刺粉属组合		
驢马城段 E _{3h} ¹		孢粉: 麻黄粉属-藜粉属-拟白刺粉属组合			
始新统	柳沟庄组 E _{2f}		孢粉: 麻黄粉属-栎粉属-无患子粉属组合		
中生界	白垩系	下白垩统	中沟组 K _{1z}		孢粉: 克拉梭粉属-无缝双囊粉类组合

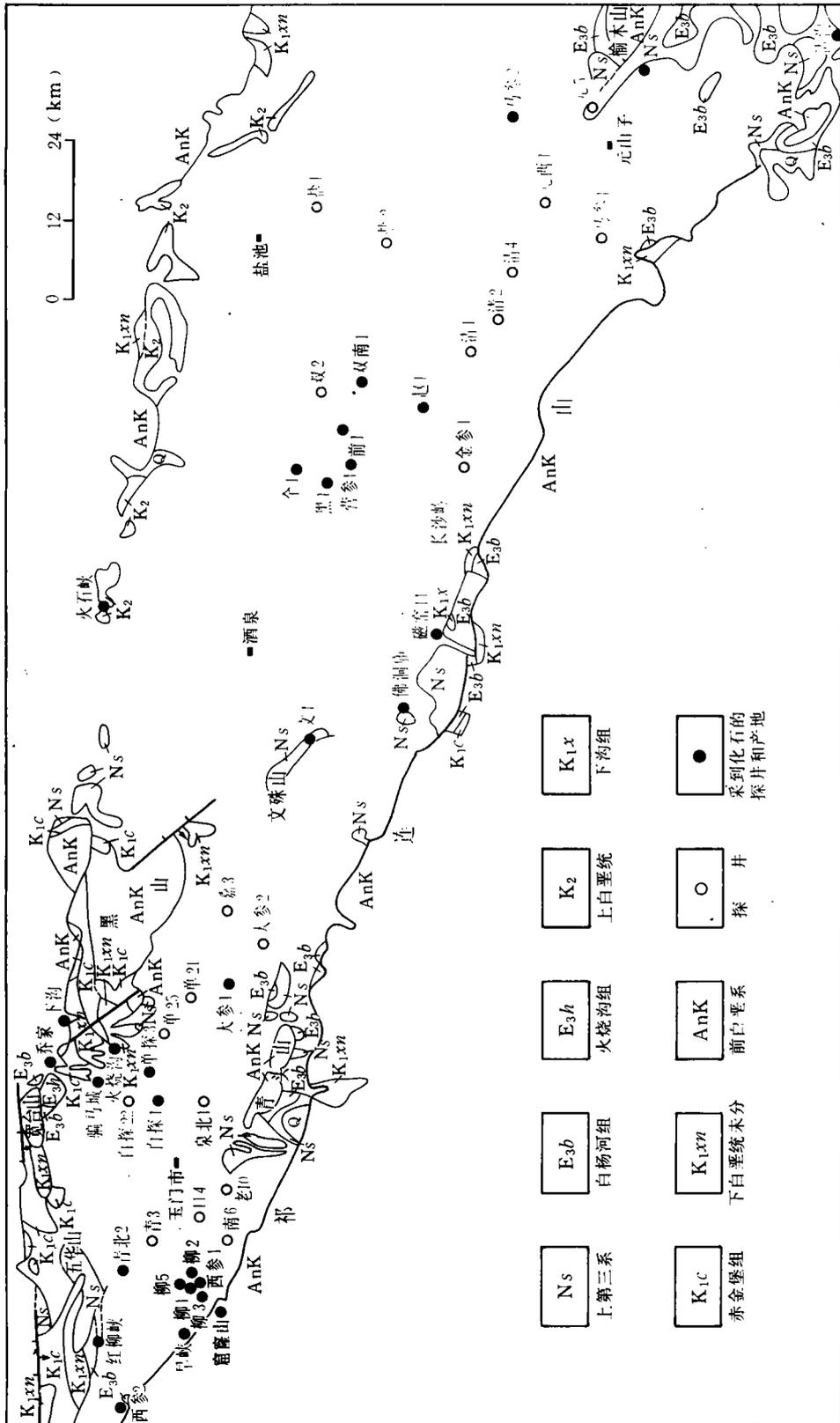


图 1 酒泉盆地白垩-第三系地质图

2 孢粉组合特征

第三纪地层见有丰富的孢粉化石。自下而上分为四个孢粉组合：

2.1 *Ephedripites-Quercoidites-Sapindaceidites* 组合

产于柳沟庄组，分布于柳1井3530~3540m井段、柳2井3380~3390m井段、青北2井3280~3360m井段的紫红、棕红色泥岩中和柳5井3516.82~3549m井段、双南1井1730~1740m井段、营参1井2110~2120m井段的灰绿、灰黑、棕红色泥岩中，以及前1井1745~1755m井段和隆2井3320~3330m井段的深灰色泥岩中(图1)。

孢粉组合图式(图2)表明：

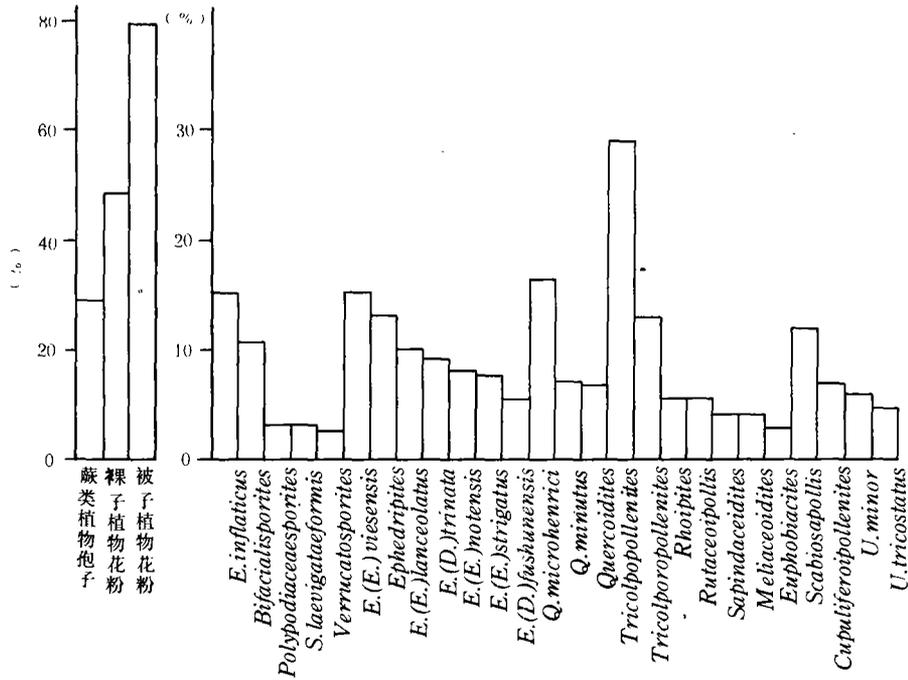


图2 柳沟庄组孢粉组合图式

(1)被子植物花粉(32.6~80.5%)最多,裸子植物花粉(17.7~49.1%)次之,蕨类植物孢子(0.8~29.9%)最少。

(2)被子植物花粉中以 *Quercoidites*(2.7~6.9%)为主。*Q. minutus*(1.0~7.0%)占优势,出现大量的 *Tricolpopollenites*(1.5~2.7%)
poropollenites(2.7~13.0%),同时还出现一定数量的颜色为深黄、浅黄
(0.8~3.8%),*Rhoipites*(0.8~5.6%),*Rutaceipollis*(0.8~5.6%)

① 唐升层,1989,“酒泉盆地孢粉化石鉴定报告”,未刊



2.7%), *Meliaceoidites* (0.8~3.8%), *Scabiosapollis* (0.8~12.0%) 和 *Cupuliferopollenites* (0.8~6.7%), *C. pusillus* (3.6~5.0%), *Talisipites* (0.8~5.9%) 等。

(3) 裸子植物花粉中, 出现大量多种类型的 *Ephedripites* (5.0~13.2%), 常见有 *E. (E.) viesensis* (2.9~15.2%), *E. (E.) lanceolatus* (0.8~10.0%), *E. (D.) trinata* (0.8~9.0%), *E. (E.) notensis* (0.8~8.0%), *E. (E.) strigatus* (0.8~7.6%), *E. (D.) fushunensis* (0.8~5.6%) 等。

(4) 蕨类植物孢子主要是 *Extrapunctatosporis inflaticus* (4.6~15.2%), *Bifacialisporites* (9.0~10.2%), *Polypodiaceasporites* (0.8~3.1%), *Verrucatosporites* (0.8~2.7%), *Schizaeoisporites laevigataeformis* (0.8~3.1%)。

2.2 *Ephedripites-Chenopodipollis-Nitrariadites* 组合

产于火烧沟组, 分布于红柳峡地区的紫红色砂质泥岩中白探1井1353~1431m井段、单探3井942~950m井段的紫红色泥岩中(图1)。

孢粉组合图式(图3)表明:

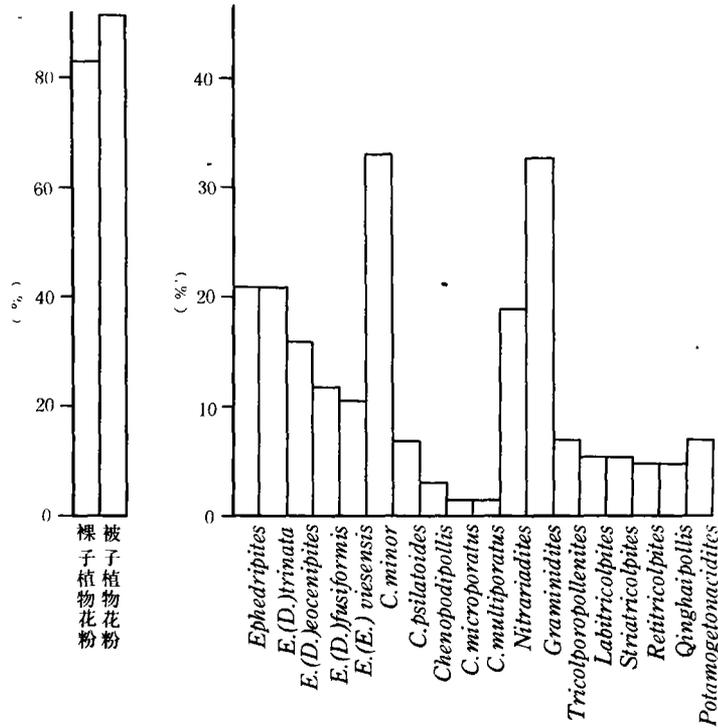


图3 火烧沟组孢粉组合图式

(1) 被子植物花粉(15.9~94.3%)和裸子植物花粉(6.7~84.1%)几乎等量出现, 未见

蕨类植物孢子(*Sapindacites* 4%, *Q. mi-*

(2) 裸子植物花粉(*psilato-* 20%, *retitricol-*

中出现 *Chenopodipollis* (2.3~2.9%), *C. minor* (7.3~33.3%), *C.*

microporatus (1.5%), *C. multiporatus* (1.5%), *Nitrariadites* (5.3~

ites (33.3%) 草本植物花粉, 含量高, 类型较丰富, 普遍

见到 *Tricolporopollenites* (4.7~6.7%), *Labitricolpites* (4.4~5.3%) 和 *Potamogetonacidites* (6.7%) 等花粉。

(3) 裸子植物花粉中以 *Ephedripites* (13.9~21.0%) 比较繁盛, 其中以 *E. (D.) trinata* (13.2~21.0%), *E. (D.) eocenipites* (5.8~15.8%), *E. (D.) fusiformis* (5.8~11.6%) 为最多。

2.3 *Ephedripites*-*Chenopodipollis*-*Nitrariadites* 组合

产于白杨河组, 分布于旱峡地区灰绿色泥岩中, 柳1井 3360~3340m 井段、柳2井 3190~3260m 井段、窿2井 3250~3300m 井段、西参1井 3274~3275m 井段的棕色、棕红色泥岩和砂质泥岩中。

孢粉组合图式(图4)表明:

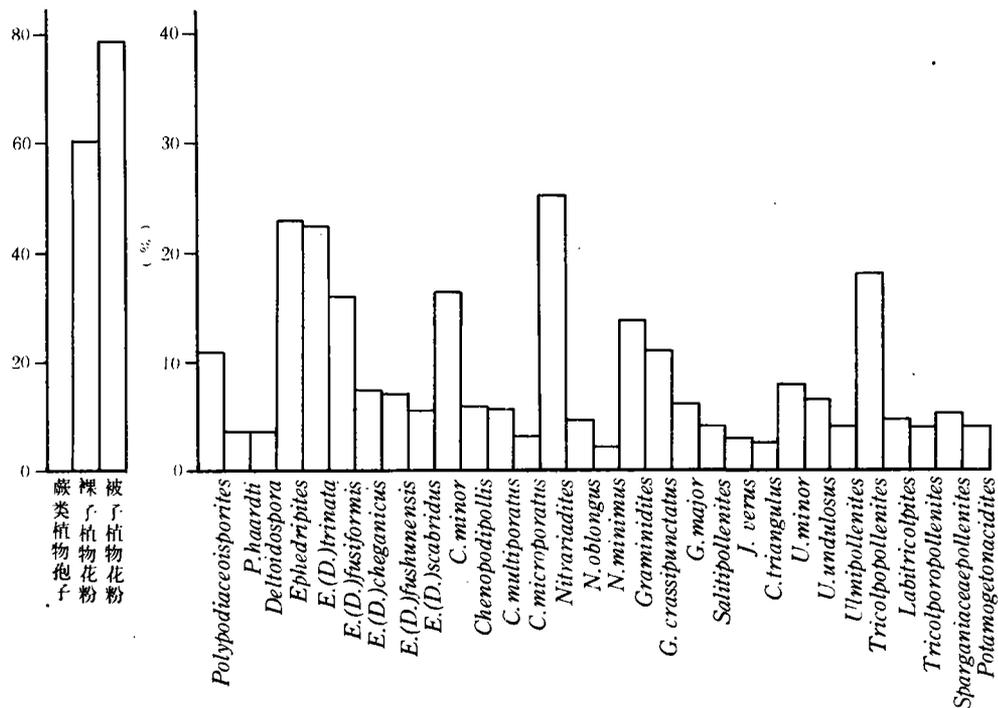


图4 白杨河组孢粉组合图式

(1) 被子植物花粉(25.9~79.2%)最多, 裸子植物花粉(20.8~60.2%)次之, 蕨类植物孢子(1.8~18.5%)极少。

(2) 被子植物花粉中以 *Chenopodipollis* (3.9~5.8%), *Nitrariadetes* (2.6~25.6%), *Graminidites* (5.2~13.8%) 居多, 常见 *C. minor* (1.8~16.6%), *C. multiporatus* (5.6%), *C. microporatus* (0.9~3.0%), *N. oblongus* (3.6~4.6%), *N. minimus* (0.9~2.4%), *G. crassipunctatus* (1.0~11.1%), *G. major* (2.8~6.0%) 等, 水生草本植物花粉有 *Sparganiaceapollenites* (0.9~5.0%), *Potamogetonacidites* (2.4~3.9%) 等, 蕁荑花序植物属种较多, 有 *Salitipollenites* (1.8~3.9%), *Juglanspollenites verus* (2.0~2.8%), *Caryapollenites*

triangulus (2.0~2.6%), *Ulmipollenites* (1.0~3.9%), *U. minor* (1.5~7.7%), *U. undulosus* (2.0~6.5%)等,含量较低。普遍见到 *Tricolpopollenites* (2.3~18.5%), *Labitricolpites* (1.8~4.6%), *Tricolporopollenites* (1.8~3.9%)等。

(3) 裸子植物花粉中出现类型较丰富的 *Ephedripites* (5.2~23.3%), 其中以 *E. (D.) trinata* (5.2~23.0%)、*E. (D.) fusiformis* (1.3~16.6%)等为最多。

(4) 蕨类植物孢子中仅见 *Polypodiaceosporites* (11.1%), *Deltoidospora* (3.7%)等,含量较少。

2.4 Pinaceae-Chenopodiipollis-Betulaceae 组合

产于弓形山组,分布于柳2井2900~3000m井段、柳3井3230~3500m井段的棕灰、紫红色泥岩及粉砂岩中和西参2井1919~1923m井段、金1井1001.2~1001.25m井段的灰绿、暗灰色泥岩和粉砂质泥岩中(图1)。

孢粉组合图式(图5)表明:

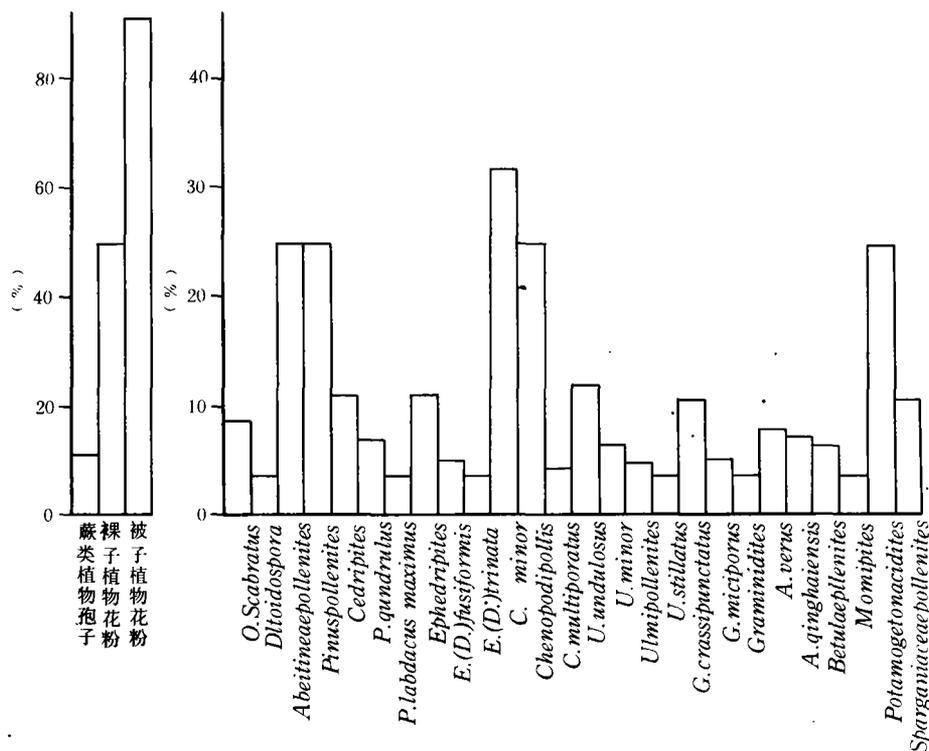


图5 弓形山组孢粉组合图式

(1) 被子植物花粉(50.0~92.2%)占优势,裸子植物花粉(14.4~50.0%)次之,蕨类孢子(2.1~10.8%)极少。

(2) 被子植物花粉中 *Chenopodiipollis* (2.2~25.0%)占优势,其中 *C. minor* (4.3~32.1%)含量最高,*C. multiporatus* (0.7~4.3%)次之,普遍见到 *Ulmipollenites* (2.2~

5.0%), *Graminidites* (1.1~3.6%), 常见有 *U. undulosus* (2.2~11.9%), *U. minor* (1.4~7.1%), *U. stillatus* (1.1~3.6%), *G. crassipunctatus* (10.7%), *G. miciporus* (3.6~5.4%) 等。水生草本植物花粉以 *Potamogetonacidites* (1.4~25.0%), *Sparganiaceapollenites* 属最高。*Betulaceae* 分子中以 *Betulaepollenites* (2.2~7.1%), *Alnipollenites verus* (0.7~8.0%), *Qinghaiensis* (2.2~7.0%) 等出现较多, 属种类型也较丰富。

(3) 裸子植物花粉中以 *Abeitinaepollenites* (2.2~25.0%), *Pinuspollenites* (3.2~25.0%), *Cedripites* (0.7~11.1%) 占优势, 属种类型多样, 常见有 *A. microalatus* (1.4~3.6%), *P. microinsignis* (1.1~3.6%), *P. Qundrulus* (7.1%) 等。*Ephedripites* (2.2~11.1%) 少量, 主要是 *E. (D.) fusiformis* (1.4~5.0%), *E. (D.) trinata* (0.7~3.6%) 等。

(4) 蕨类植物孢子极少, 只见到 *Ovoidites scabratus* (8.6%), *Deltoidospora* (3.6%)。

2.5 *Artemisiaepollenites-Chenopodipollis-Graminidites* 组合

产于胥塘沟组, 分布于红柳峡的棕红色砂质泥岩中, 磁窑口的灰色、暗紫色砂、砾岩中, 佛洞庙的土黄、棕红色粉砂岩、泥岩中, 火石峡的灰绿、灰紫色泥岩和榆木山的浅棕红色泥岩中(图1)。

孢粉组合图式(图6)表明:

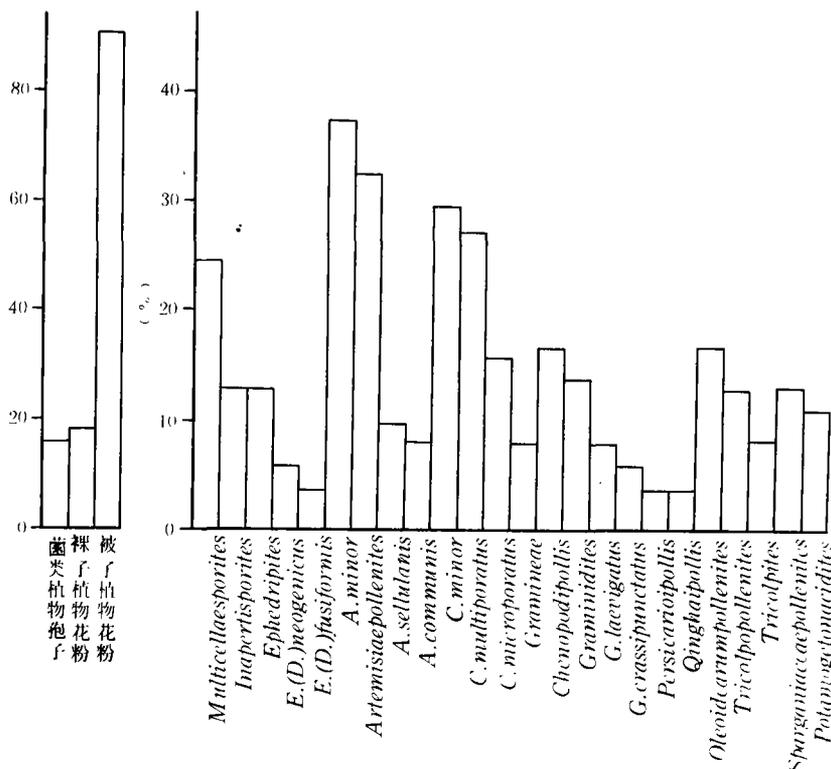


图6 胥塘沟组孢粉组合图式

(1) 被子植物花粉(66.7~100.0%)占绝对优势, 裸子植物花粉(5.6~18.5%)少量, 未见蕨类植物孢子, 却见丰富的菌类植物孢子(16.6~33.3%)。

(2)被子植物花粉中 *Artemisiaepollenites* (4.0~33.3%), *Chenopodiipollis* (2.3~8.3%), *Graminidites* (1.2~14.0%) 大量出现, 其中 *A. minor* (10.0~38.3%), *A. sellulanis* (2.5~10.0%), *A. communis* (4.0~8.3%) 和 *C. minor* (6.2~30.0%), *C. multiporatus* (1.2~27.7%), *C. microporatus* (16.0%), *G. laeqigatus* (8.3%), *G. crassipunctatus* (6.0%) 等最为丰富, 尚见有 *Persicarioipollis* (2.3~3.7%), *Qinghaiipollis* (2.3~3.7%), *Oleoidearumpollenites* (6.7%), *Tricolpopollenites* (13.3%), *Tricolpites* (8.3%) 等, 水生草本植物花粉以 *Sparganiaceapollenites* (13.3%), *Potamogetonacidites* (5.9~11.1%) 居多。

(3)裸子植物花粉中 *Ephedripites* (1.2~13.3%) 最多, 主要是 *E. (D.) neogenicus* (2.0~6.2%)。

(4)菌类植物孢子中 *Multicellaesporites* (6.7~25.9%), *Inapertisporites* (5.9~13.3%) 比较丰富。

3 古植被、古气候分布特征

3.1 孢粉资料反映古气候的基本概念

孢子花粉是母体植物的生殖细胞, 一定的植物产生一定的孢子或花粉, 反之, 一定的孢粉组合特征可以反映一定的植物群面貌, 而一定的植物群需有相应的生态环境。因此, 利用孢花组合特征及植物生态习性方面的资料, 可以较好地恢复和推论古植被的分布特征及其所反映的古气候特征。

酒泉盆地第三纪孢子花粉的母体植物, 按其生态习性大致可分 5 类:

(1)山地针叶植物: 主要是具气囊的松科和罗汉松科, 有冷杉粉属、云杉粉属、雪松粉属、单束松粉属、双束松粉属、罗汉松粉属等。

(2)温带落叶阔叶植物: 有桦科桦粉属、拟桦粉属、桤木粉属、拟榛粉属; 山毛榉科栗粉属、栎粉属; 胡桃科; 槭树科; 榆科榆粉属, 脊榆粉属、朴粉属; 木犀科、忍冬科、蓼科和毛茛科。

(3)亚热带及热带植物: 其中蕨类植物有: 海金沙科、莎草蕨科、凤尾蕨科和水龙骨科; 裸子植物有: 杉科; 被子植物中常绿阔叶植物有芸香粉属, 山龙眼粉属等; 落叶阔叶植物有山核桃粉属、栎粉属(部分)、栗粉属、忍冬科(部分)、椴粉属、无患子粉属、漆树粉属、大戟粉属和木犀科等。

(4)湿生和水生植物: 包括双子叶草本植物蓼粉属、单子叶草本植物黑三棱粉属、眼子菜粉属和苔藓植物的水藓孢属等。

(5)旱生植物: 其中蕨类植物有希指蕨孢属, 菜蕨孢属等; 裸子植物有麻黄科等; 被子植物有藜藜科、藜科、石竹科、菊科等。

3.2 古植被、古气候分布特征

利用孢粉组合及植物的生态习性可以推论各沉积时期的古植被、古气候特征如下:

(1)始新世: 孢粉组合的共同特点是以出现大量的三沟型和三孔沟型分子, 其中以小栎粉、小亨氏栎粉占优势, 普遍见到漆树粉属, 芸香粉属、椴粉属、大戟粉属、山萝卜粉属、无患子粉属等热带-亚热带型分子和种类繁多的麻黄粉属, 并见到不平外颗粒单缝孢属和两面孢属为主的蕨类植物孢子为特征。

孢粉的亲缘关系:三沟、三孔沟粉属和栎粉属、漆树粉属有关系,栎粉属的母体植物为山毛榉科、漆树粉属、芸香粉属、大戟粉属、无患子粉属分别与漆树科、芸香科、大戟科、无患子科有关系,山萝卜粉属与川续断科有关系,朴粉属、榆粉属、脊榆粉属和榆科有关系,水龙骨单缝孢属、不平外颗粒单缝孢属与水龙骨科有关系,两面孢属与中国蕨科有关系,希指蕨孢属与沙草蕨科有关系。

根据孢粉组合成分及其亲缘关系和植物的生态习性,推测始新世古植被的分布特征是:在窟窿山、五华山、长沙岭北缘分布有漆树科、芸香科、楝科、大戟科、无患子科等植物组成的热带-亚热带常绿或落叶阔叶林;林下生长有唇形科、川续断科、水龙骨科、中国蕨科、沙草蕨科等草本植物和蕨类植物;沿河边和湖岸潮湿地带带有杨柳科、桦科、榆科、忍冬科等植物组成的走廊林和岸边林;在山前开阔平原地区广泛分布着由麻黄科植物形成的灌丛。

如上所述,始新世孢粉组合所反映的古植被是半干旱林块及灌丛植被。这一时期山地针叶林欠发育,常绿或落叶阔叶林扩大,走廊林和岸边林有分布,林下见有蕨类、草本植物,而由麻黄科植物组成的灌丛分布范围最为广阔,这样的植物群反映了亚热带干旱温暖的气候(表2)。

(2)渐新世:孢粉组合的共同特点是以出现大量的麻黄粉属,主要是三肋麻黄粉、始新麻黄粉、梭形麻黄粉、维辛麻黄粉,见到了较丰富的拟白刺粉属和禾本粉属,同时伴有一定数量的藜粉属,主要是小藜粉、平滑藜粉以及大量的三沟型和三孔沟型花粉,水生草本植物花粉和含量低、属种多的茭萸花序植物花粉为其主要特征。

孢粉的亲缘关系:藜粉属和藜科有关系,拟白刺粉属和白刺粉属有亲缘关系,是蒺藜科花粉。禾本粉属,唇形三沟粉属分别与禾本科,唇形科有关系,三沟、三孔沟粉属与山毛榉科有关系,柳粉属与杨柳科有关系,真胡桃粉、三角山核桃粉与胡桃科有关系,真桤木粉与桦科有关系。

根据孢粉组合成分及其亲缘关系和植物的生态习性,推测渐新世古植被的分布特征是:在窟窿山、赤金峡山、宽台山、黑山等前缘分布有少量的漆树科、芸香科、大戟科和楝科等植物组成的热带-亚热带常绿或落叶阔叶混交林;在山前广阔的平原地区有藜科、蒺藜科、禾本科、唇形科等旱生草本植物组成的草丛或由麻黄科植物组成的灌丛,或草丛与灌丛相间分布;渐新世晚期沿河边或湖岸潮湿地带仍见有山毛榉科、杨柳科、胡桃科、桦科、榆科等植物组成的走廊林和岸边林;在湖泊或池沼中见有眼子菜科和黑三棱科等水生草本植物以及水龙骨单缝孢属、三角孢属为主的蕨类植物。

由上所述,渐新世孢粉组合所反映的古植被是干旱稀树灌丛植被。灌丛植物的主要代表为蒺藜科的拟白刺粉属和麻黄科的麻黄粉属,这一时期山地针叶林不甚发育,山地下部沿河岸的潮湿地带仍有走廊林和岸边林分布,湖泊和池沼中见有水生草本植物。这样的植物群反映了北亚热带干旱气候(表2)。

(3)中新世:孢粉组合的共同特点是以出现大量的藜粉属为主,伴随出现一定数量的松科分子(主要是单束松粉属、双束松粉属、雪松粉属、云杉粉属)和桦科分子(桦粉属、拟桦粉属、桤木粉属)为主要特征,麻黄粉属和榆粉属少量,眼子菜属和黑三棱属多量为其主要特征。

根据植物的生态习性,推测中新世古植被的分布特征是:在窟窿山,长沙岭等山地部分

有松科、罗汉松科等植物组成的针叶林；山地下部沿河岸及湖边的潮湿地带仍有桦科、胡桃科、榆科、杨柳科等植物组成的岸边林和走廊林；在湖泊池沼中有眼子菜科、黑三棱科等水生草本植物和卵形孢属、三角孢属、水藓孢属组成的菌藻类植物；在湖泊周围及盆地开阔地区广泛分布有藜科、禾本科、唇形科、蕨藜科等旱生植物组成的草丛和麻黄科植物组成的灌丛。

如上所述，中新世孢粉组合反映了稀树灌丛和草原混生植被。灌丛主要是麻黄粉属和拟白刺粉属，草原主要成分是藜科植物，还有禾本科、唇形科、菊科等；水生草本植物有眼子菜科、黑三棱科等。这一时期山地针叶林较为发育，主要分子为云杉、雪松、罗汉松、铁杉等；沿河岸和湖边有桦科、胡桃科、榆科、杨柳科植物组成的落叶阔叶林较为常见，这样的植物群反映了亚热带干旱气候(表2)。

表2 孢粉组合与古气候演化表

界	系	统	组	时代	孢粉		古植物	气温带	干湿度	古气候
					组合	特征				
新 生 界	上 第三 统	上 新 统	牛脂套组 (N _{2m})— 牂塘沟组 (N _{1gt})	上新世	藜粉-蒿粉 -禾本科优 势组合	以草本植物小藜粉 6.0~30.0%、小蒿粉 10.0~38.2% 为主,并见禾本科 1.2~14.0%、蓼粉 2.3~8.3%、青海粉 3.7%、单束松粉 4.0%、双束松粉 2.5%,偶见麻黄粉 4.9%,晚第三纪麻黄粉 6.2%,梭形麻黄粉 2.0~6.2%	草原-半荒漠植被	温带	干旱带	温暖干旱气候
			弓形山组 (N _{1gs})	中新世	松科-藜粉 -桦科优势 组合	以小藜粉 5.2~32.2% 为主,出现桦科(桦粉 2.2~7.0%,拟桦粉 2.2~3.3%,柃木粉 6.5~8.0%)和松科(云杉粉 1.4~5.4%,单束松粉 2.2~2.5%,双束松粉 3.2~25.0%,雪松粉 2.7~11.1%)分子,并见波形榆粉 2.2~11.9%,麻黄粉 11.0%	稀树灌丛和草原混生植被	亚热带	干旱带	亚热带干旱气候
	下 第三 统	渐 新 统	白杨河组 (E _{3b})— 火烧沟组 (E _{3a})	渐新世	麻黄粉-藜粉 -拟白刺粉 优势组合	出现大量麻黄粉 23.3%,主要有三肋麻黄粉 5.2~23.0%,梭形麻黄粉 1.3~16.6%,见到丰富的拟白刺粉 0.9~25.6%,同时伴有藜粉属 5.8%,主要是小藜粉 1.6~16.6%,有眼子菜粉 2.4~6.7%,黑三棱粉 0.9~5.0%	干旱稀树灌丛植被	北亚热带	干旱带	北亚热带干旱气候
			柳沟庄组 (E _{2l})	始新世	麻黄粉-柃粉 -无患子粉 优势组合	见到大量三沟型和三孔沟型分子,其中小柃粉 1.0~7.0%,小孪化柃粉 5.7~16.5%,普遍见到无患子粉 0.8~3.8%,漆树粉 0.8~5.6%,芸香粉 0.8~5.6%,大戟粉 0.72.4%,椴粉 0.8~3.7%和大量麻黄粉 5~13.2%	半干旱林块和灌丛植被	亚热带	干旱温暖带	亚热带干旱气候

(4)上新世:孢粉组合的共同特点是以丰富的草本植物花粉为主体,出现大量的小蒿粉,

小藜粉、禾本粉为主要特征,相伴一定量的水生植物花粉黑三棱粉属和眼子菜粉属,以及麻黄粉属和菌类孢子为主要特征。

该孢粉组合以藜科和菊科的大量发育为主要特征,而与中新世的孢粉组合面貌差别较大。孢粉组合成分单调,禾本植物花粉很少。

由孢粉组合成分及植物生态习性看出,该时期的古植被与现代比较接近,植被的分布特征是在五华山、黑山、榆木山部分,有少量的松科植物组成的针叶林;在山下部沿河岸湖边及山谷较潮湿地段,由木犀科、蓼科、榆科、山毛榉科等植物组成的岸边林和走廊林;在湖泊或池沼中有眼子菜科、黑三棱科等水生草本植物和无孔多胞孢,无孔单胞孢组成的低等菌类植物;在湖泊周围和盆地开阔地区广泛分布着菊科、藜科、禾本科、蒺藜科、唇形科等旱生植物组成的草丛和由麻黄科植物组成的灌丛(图6)。

如上所述,上新世的孢粉组合反映了草原和半荒漠植被。草原和半荒漠的主要组分是藜科、麻黄科和菊科植物,禾本科植物仅见于河岸和湖边,水生草本植物限于湖泊和池沼中,山地仍有少量针叶林分布,这样的植物群反映了温暖干旱气候(表2)。

4 古环境探讨

4.1 分异度的含意

植物生态习性的研究表明,有的植物群内种类多,有的植物群内种类单调,我们把这种属种多样化的程度叫做植物群的分异度。孢粉化石组合的分异度可从孢粉分析的结果中取得更多的古地理、古气候的信息。因此,分异度是古环境分析的基础。它包括简单分异度(只计算化石群中属或种的数目)和复合分异度(不仅统计化石群内属种的数目,而且考虑各种个体的数量)两种。近年来已采用信息函数(information Function)作为分异度的指标,其公式:

$$H(G) = \sum_{i=1}^G p_i \ln p_i$$

式中, $H(G)$ 为每个样品中(即孢粉植物群)属或种的信息函数(即复合分异度)。 p_i 为第*i*属或种的个体在全样品统计总个数(N)中所占的比例($p_i = \frac{n_i}{N}$), $\ln p_i$ 是 p_i 的自然对数。

4.2 根据分异度变化探讨各岩组的古环境

本文计算了33块样品的信息函数和每个样品属的简单分异度 G (即每块样品中所含孢粉属的数目)及优势度 dm (即含量最高的孢粉属所占总含量的百分数),得出变化曲线图(图7)。

该曲线表明:简单分异度高、复合分异度也高,而优势度则低,这种关系是符合自然界规律的。复合分异度值的大小与属种的多少及其个体数量分布均匀与不均匀有关系,热带森林中属种数量多、优势度低,复合分异度的值应该高;而温带森林或其它类型的植被中属种数量少,优势度高,复合分异度的值应当低,在特殊不良的生态条件下(如干旱、土壤盐碱化等)会使某种或数种植物大量发育,优势度很高,而植物类型少,复合分异度随之降低。植物的分异度与生态条件之间的这种规律性联系一定会反映在孢粉组合中。因此,根据孢粉组合分异度的变化,可以恢复和推论各岩组的古环境变化。

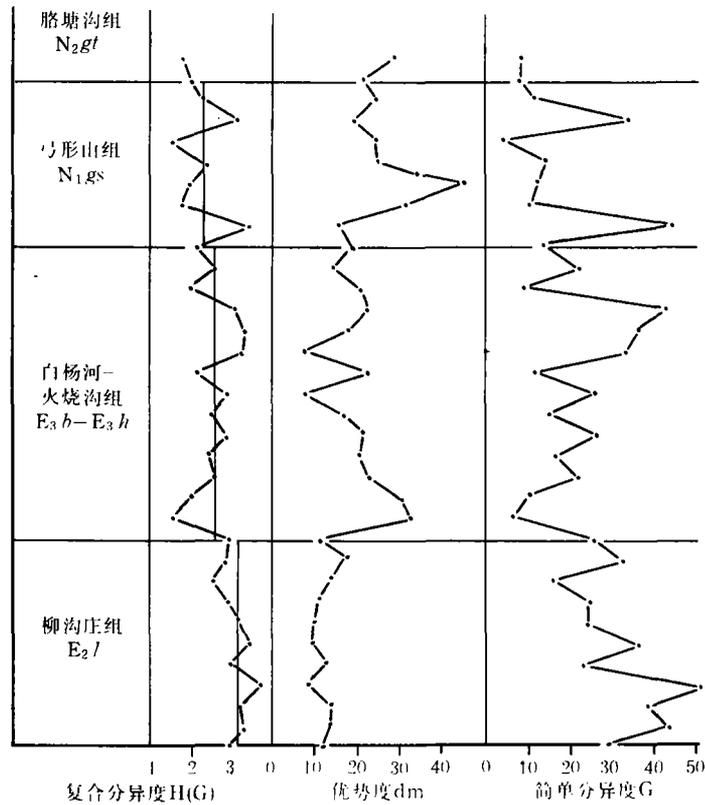


图7 酒泉盆地始新世-上新世孢粉属分异度及优势度曲线

(1)柳沟庄组的古环境变化:该组孢粉是麻黄粉属-栎粉属-无患子粉属优势组合,简单分异度高,复合分异度也高,而优势度则低(图7),这表明柳沟庄组的自然条件好,古环境对植物群的生存和发展有利,由亚热带干旱温暖的气候所造成,空气中的湿度较大,造成植物类型中热带、亚热带的属种数量增多,常绿落叶阔叶林扩大,走廊林和岸边林有分布,林下有蕨类植物和麻黄科灌丛植物广布,形成了半干旱林块和灌丛植被。

(2)火烧沟组和白杨河组的古环境变化:该组孢粉是麻黄粉属-藜粉属-拟白刺粉属优势组合,简单分异度开始降低,复合分异度开始下降,而优势度则高(图7)。这表明古环境由北亚热带干旱低温的气候条件所造成,空气中湿度较小,自然条件开始变差,对植物的发展不利,植物类型中热带、亚热带属种减少,走廊林和岸边林不多,水生植物和蕨类孢子大量出现,草本植物小藜粉和耐旱的麻黄科灌丛植物属种增多,大量发育形成极大的优势,形成了干旱稀树灌丛植被。

(3)弓形山组的古环境变化:该组是松科-藜粉属-桦科优势组合,简单分异度继续降低,复合分异度再度下降,而优势度很高(图7)。这表明古环境不稳定,由亚热带干旱气候所造成,温度低湿度小,自然条件差,对植物的生存发展不利,温带落叶阔叶林常见,水生植物广布,旱生植物小藜粉大量发育形成极大的优势,组成稀树灌丛和草原混生植被。

(4)腊塘沟组的古环境变化:该组是藜粉属-蒿粉属-禾本粉属优势组合,简单分异度很低,复合分异度更低,而优势度极高(图7)。这表明古环境由温暖干旱气候所造成,自然条件

差,植物类型中山地针叶林少见,温带落叶阔叶林发育,旱生草本植物和麻黄科灌丛植物广布,形成单一的草本状植物小蒿粉、小藜粉的极大优势,组成了草原和半荒漠植被。

(收稿日期:1990年11月10日)

参 考 文 献

- 1 青海石油管理局等.柴达木盆地第三纪孢粉学研究.北京:石油工业出版社,1985
- 2 何月明等.江西古新世孢子花粉研究.北京:科学出版社,1980
- 3 宋之琛等.江苏地区白垩纪—第三纪孢粉组合.北京:地质出版社,1981
- 4 马瑾乾.根据酒泉盆地昆虫动物群的演化探讨侏罗—白垩系的分界.中国区域地质,1988,(3)

THE TERTIARY SPOROPOLLEN ASSEMBLAGE IN THE JIUQUAN BASIN AND THE PALAEOENVIRONMENT

Ma Jinqian

(Research Institute of Yumen Bureau of Petroleum Supervision)

Abstract

As sporopollen is the generative cell of maternal plants, a paleo-vegetation and paleo-climate may be partially and approximately revealed by using the sporopollen spectrum.

However, the characteristics of sporopollen assemblages from various Tertiary sequences in the Jiuquan Basin are approached with an alternative method to substitute a sporopollen spectrum by a sporopollen assemblage pattern. The distributive characteristics of paleo-vegetations and paleo-climates during different stages of sedimentation are inferred by sporopollen assemblage and ecologic behaviour of plants, and sporopollen differentiation index are applied to analyse the changes in the paleoenvironments for various sequences. Thus the paper has revealed an internal relationship between sporopollen vegetation and paleoenvironment, which can provide scientific basis for petroleum exploration and research.