

甘肃窑街朱儿庄红层孢粉组合 与地质时代^①

¹ 马玉贞 ² 陶明信 ³ 陈发源

¹ (兰州大学地理科学系, 兰州 730000)

² (中国科学院兰州地质研究所, 兰州 730000)

³ (窑街矿务局, 兰州 730080)

提 要 对窑街朱儿庄红层的孢粉和地层层序及时代进行了系统分析与对比研究。在朱儿庄红层剖面中划分出 3 个孢粉组合: ①枫香粉属—椴粉属组合, 时代为早—中始新世; ②柳粉属—朴粉属—栲粉属组合, 属始新世中、晚期; ③栎粉属—柳粉属—栲粉属组合, 属晚始新世—早渐新世。研究表明: 窑街地区朱儿庄红层始新世孢粉组合与中国东、西部地区孢粉组合相似, 均发育以亚热带和暖温带植物为主的亚热带型落叶阔叶林, 气候炎热; 始新世晚期至早渐新世则演变为以暖温带落叶阔叶树种为主的针阔叶混交林植被, 气候温暖湿润。

关键词 红层孢粉 孢粉组合 地质时代 植被类型

第一作者简介 马玉贞 女 37 岁 硕士 讲师 新生代孢粉

1 区域地质与研究概况

窑街煤田位于甘肃省兰州市红古区境内, 是甘肃省的主要煤炭生产基地。

煤田地处中祁连山东段, 区内最高海拔 2458.96m (马家岭), 大通河流经煤田西部, 形成河流冲积阶地。

窑街煤田是在前寒武变质岩系基底上形成的侏罗纪断陷盆地, 整个古生界缺失, 中、新生代陆相沉积建造直接覆于前寒武结晶基底之上 (图 1)。本区侏罗纪煤系地层研究程度较高, 但其上发育的一套红层从未发现大化石, 窑街矿务局方面曾在该红层中采样进行孢粉分析, 但未获得孢粉化石。故其时代因无任何生物化石资料而难以确定。

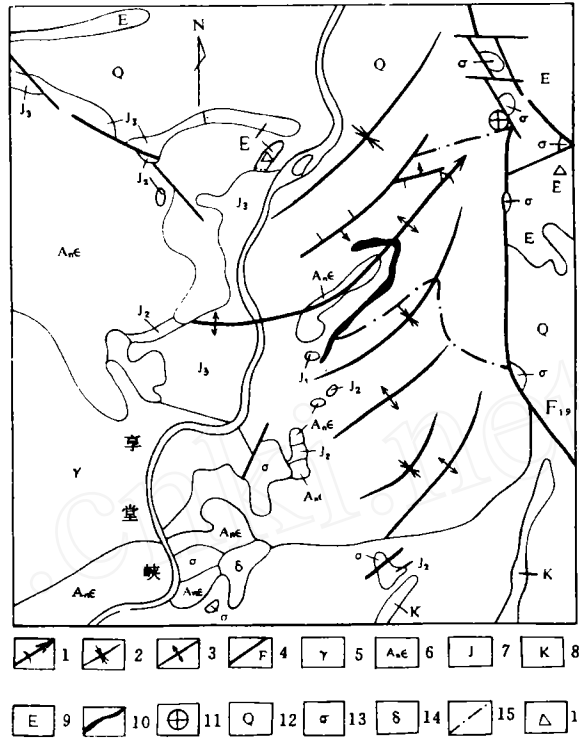
红层指大陆环境中形成的红色沉积岩系, 主要由砂岩、粉砂岩、泥岩和页岩组成, 其中常夹有杂色岩层, 但红色岩层应占 60% 以上。红层在全世界广泛发育。例如美国西部的二叠系与三叠系, 中北欧的泥盆系老红砂岩 (old red sandstone) 和中欧二叠系的新红砂岩 (new red sandstone) 均为典型红层。在中国, 中生代至第三纪红层发育, 特别是第三纪红层在全国广泛分布^①。

① 国家自然科学基金青年基金资助项目 (编号: 0488008)

由于红层中化石稀少,加之其横向相变快而又岩性单调,缺乏标志层,故此研究工作难度较大。有关第三系划分与对比的古生物化石主要是哺乳类、腹足类、介形类、轮藻及少量孢粉,且除哺乳类外,其它化石多产于非红色地层或红层的非红色夹层中,而占主体部分的红色沉积层中化石稀少。因此,第三纪红层研究是整个地层学研究中最薄弱的环节之一,而中国西北区较之华南区其研究程度更低,许多地区基本处于空白状态。

孢粉学研究被应用于很多领域,其中一个极重要的领域就是地层的划分与对比,并取得了举世公认的成就。但红层中的孢粉研究工作一直未能取得突破性进展。苏联孢粉学家 H. A 鲍尔霍维金娜曾说:“在苏联,一般不对红色岩石进行分析,原因是能获得大量孢子花粉的机会太少”。我国孢粉学者曾在 50 年代末对甘肃酒泉红层“火烧沟统”和湖南“文明司红色岩系”(认为属下白垩统)进行了孢粉分析研究,结果大部分样品均未获得孢粉,仅在个别样品中获得少量孢粉而无法进行统计研究^[2,3]。因此,孢粉工作者曾一度普遍认为红色沉积层中基本上不含或很少含孢粉化石,植物界在该环境中自然也不发育。近若干年来,我国孢粉工作者在第三系中也做了相当多的孢粉研究工作,推动了第三系研究工作的深入与发展,但孢粉样品多采自非红层或红层中的非红色夹层。1991 年 10 月,通过国际情报网联机检索系统,对 Biological Abstracts(生物文摘)和 Georef(地质地理)两个文献库就红层孢粉文献进行了系统检索,结果涉及到第三纪红层孢粉的文献仅有一篇^①,即中国宋之琛 1958 年对酒泉红层孢粉研究的报道^[2]。检索结果表明,自宋之琛之后,国内、外在第三纪红层孢粉研究方面均无任何报道。因此,第三纪红层孢粉研究仍是生物地层学中一个近于空白的研究领域。

本文第一作者近年在第三纪生物地层研究工作中,针对西北地区第三系多为红层,而红层中大化石稀少而多为哑层的地质特征,首先对红层中红色样品的孢粉分析方法进行了反复试验研究,并最终建立起一套新的、具有良好效果的红层孢粉分析方法,从而在第三纪红层孢粉研究方面取得了突破性进展^[4,5]。



1. 倾伏背斜 2. 向斜 3. 背斜 4. 断层 5. 花岗岩 6. 前寒武系 7. 侏罗系 8. 白垩系 9. 下第三系 10. 煤层露头 11. CO₂ 突出点 12. 第四系 13. 超基性岩 14. 石英闪长岩 15. 烧变岩界线 16. 孢粉采样剖面位置

图 1 窑街煤田地质构造与孢粉采样位置
Fig. 1 The geological structure and sampling points of sporo-pollen in Yaojie Coalfield

① 中国科学院兰州文献情报中心,1991,关于第三纪红层孢粉研究的文献检索报告。

1990年,窑街煤矿CO₂气体项目组在煤田西侧朱儿庄及其以北对红层剖面进行了实测和孢粉样品系统采集工作(图1),经对该批样品进行室内分析处理,获得了孢子花粉化石。这也是此套地层中发现的首批化石资料,因此在地层的时代划分及当时的植被演化研究方面均具有重要意义。

2 地层及其研究概况

窑街地区侏罗系之上的红色地层较发育,主要分布在煤田东侧大抱环一带(即F₁₉断裂带以东地区)和大通河西岸朱儿庄以北及红山村以北的大片地区(图1)。

该套红层的时代划分比较混乱。窑街矿务局等单位曾先后做过工作,并采集了一些孢粉和微体化石样品,但绝大多数样品没有分析出化石。1977年,窑街矿务局暂将其归为第三系,并注明这仍是一个有待继续工作的问题^①。

现将此工作剖面岩性和采样点自上而下扼要叙述如下(图2)。

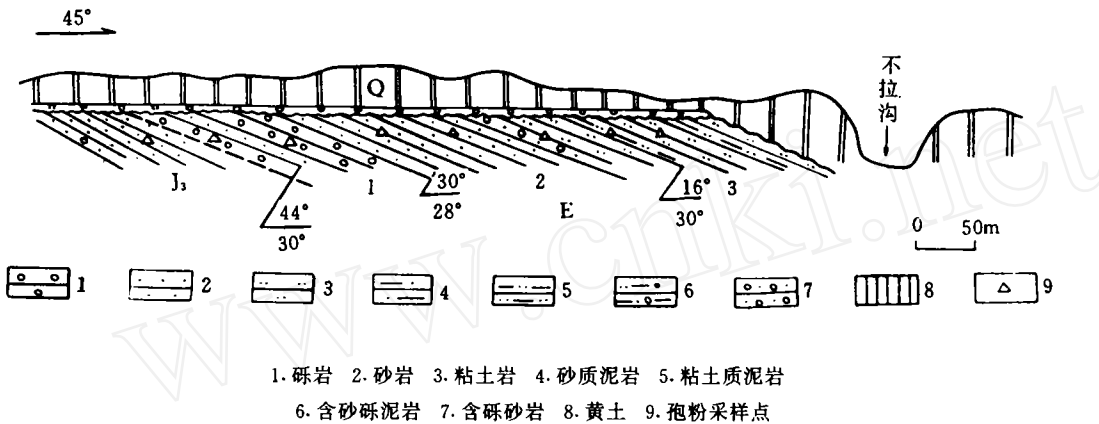


图2 朱儿庄红层实测剖面与孢粉样品位置图

Fig. 2 Measured Zhu'erzhuang Red Bed Section and the Points of sporo-pollen samples

朱儿庄剖面(图2)

上覆地层:第四系。

~~~~不整合~~~~

3. 棕红色、砖红色厚层状粉砂岩夹褐红色薄层粉砂质泥岩,底部为薄层砂质砾岩。采孢粉样7、8、9、10号。厚 84.0m

2. 砖红色厚层状细砂岩夹薄层灰色细砂岩。采孢粉样5、6号。厚 60.0m

1. 紫红色、棕红色砾岩夹砖红色薄层粉砂——细砂岩。砾岩砾石成分复杂,主要有绿色片岩、硅质岩和花岗岩等,分选性与磨园度均差。采孢粉样1、2、3、4号。厚 62.5m

~~~~平行不整合~~~~

下伏地层,上侏罗统

① 窑街煤田及外围地质图说明书。

3 孢粉组合及其时代与环境分析

在朱儿庄剖面中共采集 10 个孢粉样品,均获得孢粉化石。总体上看,该剖面植物群以被子植物占绝对优势,以具孔类、三沟类和三孔沟类为主,主要有朴粉属(*Celtis pollenites*)、枫香粉属(*Liquidambar pollenites*)、藜粉属(*Chenopodi pollis*)、柳粉属(*Salix pollenites*)、栎粉属(*Quercoidites*)、椴粉属(*Meliaceoidites*)、栲粉属(*Fraxinoi pollenites*)、大戟粉属(*Euphorbiacites*)和槭粉属(*Aceri pollenites*),其它还有胡桃粉属(*Juglans pollenites*)、拟桦粉属(*Betulaceoi pollenites*)、漆树粉属(*Rhoipites*)、百合粉属(*Liliacidites*)和管花菊粉属(*Tubulifloridites*)等。裸子植物次之,主要为无口器粉属(*Inaperturopollenites*)、杉粉属(*Taxodiaceae pollenites*)、双束松粉属(*Pinus pollenites*)和拟落叶松粉属(*Laricoidites*)。蕨类孢子很少,主要为瘤面海金沙孢属(*Lygodioides porites*)。根据孢粉属种与含量在剖面上的分布,可将其划分为 3 个组合带(表 1),自下(早)而上(晚)为:

表 1 窑街朱儿庄红层剖面孢粉含量表

Table 1 The percentage of sporo-pollen from Zhuerzhuang Red Bed Section in Yaojie-to be continued

| 孢粉名称 | 孢粉组合 一 | | | 孢粉组合 二 | | | | 孢粉组合 三 | | |
|----------------------------|--------|----|------|--------|------|------|------|--------|------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 孢粉含量(%) | 242 | 35 | 67 | 7 | 104 | 217 | 1846 | 83 | 75 | 16 |
| 被子植物花粉 | 97.3 | 14 | 76.1 | 7 | 88.5 | 98.2 | 99.2 | 81.9 | 97.4 | 4 |
| 裸子植物花粉 | 1.7 | 12 | 14.9 | | 7.7 | 1.8 | 0.7 | 15.7 | 1.3 | 9 |
| 蕨类孢子 | 1.0 | 9 | 9.0 | | 3.8 | | 0.1 | 2.4 | 1.3 | 3 |
| 银杏属 Ginkgo | | 1 | | | | | | | | |
| 罗汉松粉属 Podocarpidites | | | | | 1.0 | 0.5 | | | | |
| 雪松粉属 Cedripites | | | | | | | | | | 1 |
| 拟落叶松粉属 Laricoidites | | 3 | 1.5 | | 1.0 | 1.4 | | | | |
| 云杉粉属 Piceapollentes | | | | | | | | | 1 | |
| 双束松粉属 Pinuspollenites | 1.0 | 1 | 1.5 | | 1.9 | | 0.2 | 4.8 | | 2 |
| 铁杉粉属 Isugaepollenites | | | | | | | | | | |
| 杉粉属 Taxodiaceae pollenites | 0.3 | 2 | 4.5 | 2 | 3.8 | | 0.3 | | 1.3 | |
| 无口器粉属 Inaperturopollenites | 0.3 | 5 | 6.0 | | | | 0.05 | 8.4 | | 4 |
| 麻黄粉属 Ephedripites | | | 1.5 | | | | 0.05 | 2.4 | | 1 |
| 柳粉属 Salix pollenites | 0.7 | 1 | 4.5 | 2 | 51.0 | 3.2 | 59.6 | 13.3 | 16.0 | 1 |
| 胡桃粉属 Juglans pollenites | | | 1.5 | | | 1.8 | | | 0.1 | |
| 拟桦粉属 Betulaceoi pollenites | | 1 | | | | | 0.3 | | 4.0 | |
| 桤木粉属 Alnipollenites | | | | | | | 0.2 | | | |
| 拟榛粉属 Momipites | | | | | | | | | | |
| 栗粉属 Cupuliferoi pollenites | | | | | | | 0.2 | | | |
| 栎粉属 Quercoidites | 1.0 | 3 | 4.5 | | 1.0 | 0.5 | 3.7 | 38.6 | 5.3 | 2 |

续表 1 Continued

| 孢粉名称 | 孢粉组合 | | | 二 | | | | 三 | | |
|-------------------------------------|------|----|------|---|------|------|------|-----|------|----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 孢粉含量(%) | 242 | 35 | 67 | 7 | 104 | 217 | 1846 | 83 | 75 | 16 |
| 样品编号 | | | | | | | | | | |
| 朴粉属 <i>Celtispollenites</i> | | 7 | 46.0 | | | 84.3 | 0.7 | 1.2 | 4.0 | 2 |
| 榆粉属 <i>Ulmipollenites</i> | | | | | | | | | | |
| 枫香粉属 <i>Liquidambarpollenites</i> | 92.8 | | 11.9 | 1 | | | | 4.8 | 6.7 | |
| 楝粉属 <i>Meliaceoidites</i> | | | 26.9 | | | 0.5 | | 1.2 | 1.3 | |
| 冬青粉属 <i>Ilexpollenites</i> | 0.3 | | | | | | | | | |
| 栲粉属 <i>Fraxinopollenites</i> | 0.7 | 1 | 1.5 | 1 | 22.1 | 2.3 | 4.7 | 4.8 | 5.3 | |
| 漆树粉属 <i>Rhoipites</i> | | | | | | 0.5 | 0.1 | 2.4 | 4.0 | |
| 大戟粉属 <i>Euphorbiacites</i> | | | 4.5 | | 10.6 | 0.5 | 0.4 | 1.2 | 1.3 | |
| 槭粉属 <i>Aceripollenites</i> | | | | | 3.8 | 0.9 | 23.8 | | | |
| 百合粉属 <i>Liliacidites</i> | | | | | | 0.5 | 1.3 | | 1.3 | |
| 禾木粉属 <i>Graminidites</i> | | | 1.5 | | | | | | | |
| 三孔沟粉属 <i>Tricoiporopollenites</i> | 0.3 | | | | | | 1.9 | | | |
| 管花菊粉属 <i>Tubulifloridites</i> | 1.0 | | 1.5 | | | 0.9 | 1.3 | 9.6 | 48.0 | |
| 藜粉属 <i>Chenopodioidites</i> | 0.3 | 1 | 9.0 | 1 | | 1.4 | 0.4 | 4.8 | | |
| 石竹粉属 <i>Caryophyllidites</i> | | | | | | | | | | |
| 睡莲粉属 <i>Nymphaeacidites</i> | | | | | | 2 | | | | |
| 眼子菜粉属 <i>Potamogetonacidites</i> | | | | | | | | | | |
| 黑三棱粉属 <i>Sparganiaceapollenites</i> | | | | | | | | | | |
| 伞形科 <i>Umbelliferae</i> | | | | | | | 0.1 | | | |
| 马先蒿属 <i>Pedicularis</i> | | | | | | | 0.2 | | | |
| 单孔四合体粉 <i>Tetradomonopores</i> | | | 3.0 | | | | | | | |
| 水龙骨单缝孢属 <i>Polypodiaceasporites</i> | | 8 | 3.0 | | | | | | | |
| 瘤面水龙骨单缝孢属 <i>Polypodiisporites</i> | | | 1.5 | | | | | | | |
| 拟桫欏孢属 <i>Alsophilidites</i> | | | | | | | | | | |
| 石松孢属 <i>Lycopodiumsporites</i> | | | | | 1.0 | | | | 1.3 | 1 |
| 瘤面海金沙孢属 <i>Lygodioisporites</i> | 1.0 | | 3.0 | | 1.0 | | | 2.4 | | 1 |
| 紫萁孢属 <i>Osmundacidites</i> | | 1 | | | | | | | | |
| 波缝孢属 <i>Undulatisporites</i> | | | | | | | 0.1 | | | |
| 三角孢属 <i>Deltoidospora</i> | | | | | 1.0 | | | | | |
| 三角粒面孢属 <i>Granulatisporites</i> | | | | | | | | | | |
| 石韦孢属 <i>Cyphophorusisporites</i> | | | | | | | | | | |
| 无孔多胞孢属 <i>Multicellaesporites</i> | | | 1.5 | | 1.0 | | | | | |

3.1 枫香粉属—椴粉属组合带

包括 1、2、3 号样品,以被子植物占优势,达 76.1%~97.3%,其中以具孔类为主,如枫香粉和朴粉属,三孔沟粉属和三沟粉属也有一定含量。热带和亚热带分子含量较高,并有零星草本植物;裸子植物含量少且无优势分子,包括双束松粉属、杉粉属、无口器粉属和拟落叶松粉属;蕨类见有瘤面海金沙孢属和水龙骨单缝孢属。此组合与邻区西宁—民和盆地始新世洪沟组一、二段孢粉组合的总体面貌相似而可对比。

西宁—民和洪沟组一、二段的孢粉组合中蕨类孢子和具囊松柏类含量不多,裸子植物以麻黄粉为主,而被子植物占优势,且以榆科和山毛榉科花粉为主,三沟粉、三孔沟粉、网纹三孔沟粉含量较高,热带和亚热带植物尚有桃金娘粉、山龙眼粉和紫树粉等^[6]。朱儿庄第一孢粉组合也含有较多的榆科和山毛榉科花粉,三沟、三孔沟粉类和热带、亚热带分子含量较高,裸子植物和蕨类孢子含量较低,所不同的仅是含有较多的枫香粉属。枫香粉属是较古老的一个属,其化石花粉在第三纪地层中经常出现,在我国分布很广。故可将此组合的时代拟定为早—中始新世。

朱儿庄剖面第一孢粉组合中含有较多的现今生长在亚热带地区的枫香粉属,表明当时(早—中始新世)气候温暖。现代榆科主要分布在热带、亚热带及温带地区,是喜光耐旱的植物,其中朴树产于黄河及长江流域;现代椴、大戟均为热带、亚热带分子。该组合热带和亚热带分子含量高,说明当时气候炎热。从整个孢粉组合来看,当时的植被面貌为亚热带的落叶阔叶林,气候与植被均与当今中国南部地区相似。

3.2 柳粉属—朴粉属—椴粉属组合带

样品号为 5、6、7 号(4 号样未统计),其特征为被子植物占优势,达 88.5~99.2%,裸子植物花粉和蕨类孢子含量很低。被子植物花粉中具三沟和三孔沟的分子较为丰富,如柳粉属、椴粉属、槭粉属、大戟粉属、栎粉属和漆树粉属。具孔分子榆科(如朴粉属)和胡桃科也有一定的含量。和上一组合相比,三沟和三孔沟分子明显增加且总体上超过了具孔分子,具孔类和热带、亚热带分子明显减少,含有零星草本植物。裸子植物花粉以杉粉属和双束松粉属为主并略有增加。本组合与邻区柴达木盆地中始新世晚期路乐河组上部和西宁—民和盆地始新世中、晚期洪沟组三段的孢粉组合相似而可对比。路乐河组上部的孢粉组合中蕨类孢子零星出现,裸子植物以麻黄粉属为主,被子植物数量多且种类复杂,其中数量较多的是三沟和三孔沟类,具孔分子较少,和菊科类有关的刺三孔沟粉属和与藜科有关的藜粉属已出现^[7]。洪沟组三段的孢粉组合中,蕨类孢子和裸子植物较少,被子植物中以朴粉属最多,三沟粉和三孔沟粉次之,出现少量草本花粉,菊科含量明显增加^[6]。故朱儿庄第二孢粉组合的时代可定为始新世中、晚期。

本孢粉组合中温带分子虽增加较多(如柳粉属),但仍含有一定量的热带、亚热带分子(如大戟、漆等),气候仍较温暖炎热,与柴达木盆地路乐河组相比,气候也较湿润。

3.3 栎粉属—柳粉属—椴粉属组合带

该组合仍以被子植物占优势,为 81.9~91.4%,且以三沟类和三孔沟类为主,如栎粉属、柳粉属、椴粉属、漆树粉属和大戟粉属;仍有少量热带和亚热带分子存在,草本植物花粉有所增加。裸子植物较前也有所增加,且以双束松粉属和无口器粉属为主。

本组合可与柴达木盆地晚始新世—早渐新世下干柴沟组下部孢粉组合和西藏晚始新世—早渐新世牛堡群第二组合对比。这两个组合很相似,其特征是:被子植物以三沟和三孔沟

为主,如栎粉属、椴粉属、芸香粉属、柳粉属、椴粉属和拟白刺粉属;具孔花粉有一定的含量,如桤木粉属、胡桃粉属、拟桦粉属和藜粉属等。松柏类花粉明显增加,有云杉粉属、单束松粉属、双束松粉属和雪松粉属。此外,还有少量的草本植物^[7,8]。

与上述两组合相比,朱儿庄第三组合中反映暖温带的具孔分子(如朴粉属、枫香粉属和无口器粉属)含量较高,具囊松柏类较低,这与窑街地区所处的地理位置有相当大的关系。故本组合时代可厘定为晚始新世—早渐新世。

宋之琛等研究表明,我国南部地区早第三纪各期孢粉组合的变化趋势大致为:早第三纪早期,组合中的被子植物以古老类型的具孔类(如亚三孔粉属、褶皱粉属、脊榆粉属、小榆粉等)为主;稍晚,古老类型的具孔花粉有所减少,三沟和三孔沟类增加,麻黄粉属普遍存在,时代分别为古新世晚期和始新世早期。始新世时,组合面貌有所变化,被子植物中三沟及三孔沟类逐渐增多,具孔类退居次位,一些古老分子渐次灭绝;早始新世,组合中除上述分子外尚有一定数量的古老分子;中始新世以被子植物中的三沟及三孔沟类占优势,古老分子较缺乏,具孔分子很少和具气囊花粉极少为特征;晚始新世,松柏类、尤其是具气囊的松科明显增加,占有一定数量。渐新世,组合面貌又有了较明显的变化,主要是松柏类占有一定的比例,同时桦科和胡桃科花粉增加较多^[8]。

综上所述,朱儿庄红层剖面所含孢粉组合的特征表明,其时代主要为始新世,顶部延续到渐新世早期。即始新世孢粉组合中热带、亚热带分子明显增加,具大量三沟、三孔沟花粉,这是当时我国东(南)、西部孢粉组合的共同特征,表明当时气候湿热。与全国相比,当时西北区的耐旱分子含量较高而气候较为干旱。朱儿庄剖面含有一定的耐旱分子如榆科和椴粉属等,但无论在数量上和种类上均少于青海柴达木盆地的路乐河组,且含有一定量的无口器粉属和杉粉属,故窑街气候较湿润,处于中国东、西部气候的过渡区。

4 认识与讨论

根据在窑街朱儿庄红层中获得的较丰富的孢粉化石资料,结合有关地区的孢粉资料进行综合对比研究,得到如下认识:

1)窑街朱儿庄红层剖面所含孢粉可划分为3个组合:①枫香粉属—椴粉属组合,时代为早—中始新世;②柳粉属—朴粉属—椴粉属组合,属始新世中、晚期;③栎粉属—柳粉属—椴粉属组合,时代为晚始新世—早渐新世。

2)朱儿庄红层剖面主体为始新统,其顶部属下渐新统。

3)窑街地区在始新世发育以亚热带和暖温带植物为主组成的亚热带型落叶阔叶林,气候较炎热;始新世晚期至早渐新世演变为以暖温带落叶、阔叶树种为主的针阔叶混交林植被,表明当时气候为北亚热带温暖湿润气候。

4)窑街地区始新世孢粉组合与中国东、西部地区植被相似,气候亦差别不大,但从渐新世早期开始出现差异。

收稿日期:1994年7月12日

参 考 文 献

- [1] 地质辞典编写办公室,1979,地质辞典,地史古生物分册,地质出版社,202
- [2] 宋之琛,1958,甘肃酒泉第三纪红色岩系的孢子花粉组合及其在地质学和植物学上的意义,古生物学报,6(2):159~166。
- [3] 徐仁,1958,根据孢粉组合推论湖南汝城文明司红色岩系的地质时代,古生物学报,6(2):141~156。
- [4] 马玉贞,1992,第三纪红层孢粉研究的新进展——以兰州盆地为例。地质探索(纪念中国地质学会成立七十周年专辑),(7):7~18。
- [5] 马玉贞,1993,青藏高原东北缘第三纪红层中发现丰富孢粉化石及其意义。科学通报,27(2):1245~1246。
- [6] 孙秀玉,赵英娘,何卓生,1980,西宁——民和盆地晚白垩世——老第三纪孢粉组合特征及地层对比、古植被、古气候的探讨,石油地质实验,(4)。
- [7] 青海石油管理局勘探开发研究院,中国科学院南京地质古生物研究所,1985,柴达木盆地第三纪孢粉学研究,石油工业出版社,19~36。
- [8] 宋之琛,刘耕武,1982,西藏北部早第三纪孢粉组合及其古地理意义、西藏古生物,第五分册,科学出版社,165~190。

The Red Bed Sporo-pollen Assemblages and Geological Age from Zhuerzhuang of Yaojie, Gansu

¹Ma Yuzhen ²Tao Mingxin ³Chen Fayuan

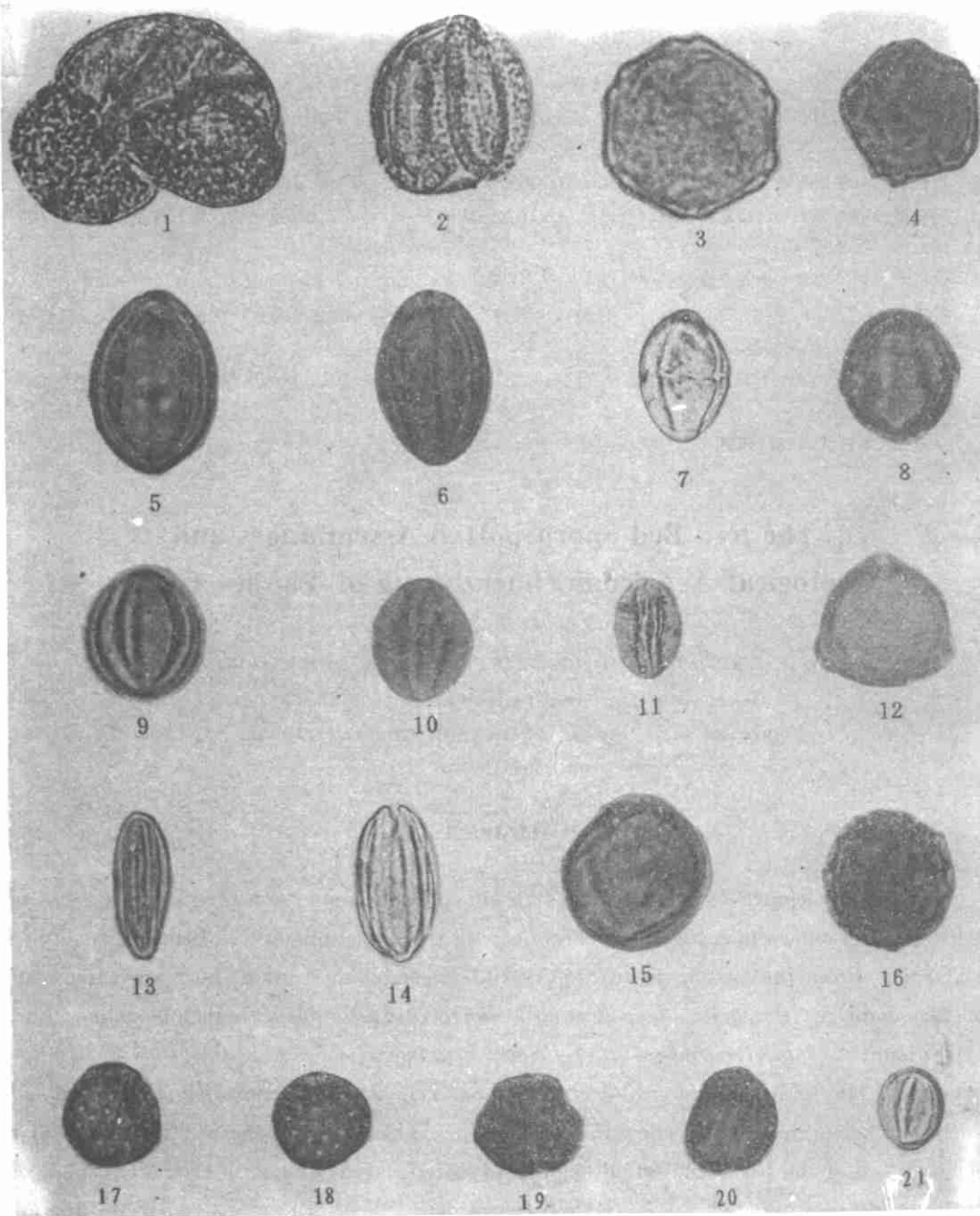
¹ (The Department of Geography, Lanzhou University, Lanzhou 730000)

² (Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

³ (Yaojie Coalmine Bureau, Lanzhou 730080)

Abstract

This paper includes a systematic analysis and correlation study on the sporo-pollen assemblages, stratigraphic sequence and geochronology of the Zhuerzhuang Red Bed Sections in Yaojie, Gansu. From the bottom to the top of the Zhuerzhuang section there are three sporo-pollen assemblages: ① *Liquidambar pollenites-Meliaceoidites* assemblage, which belongs to Early-Mid Eocene; ② *Salixipollenites-Celtis pollenites-Fraxinoipollenites* assemblage, which may be assigned to Mid-Late Eocene; ③ *Quercoidites-Salixipollenites-Fraxinoipollenites* assemblage, which may belong to Late Eocene—Early Oligocene. The results of this study show that, the geological age of the Red Bed section belongs to Eocene—Early Oligocene; the Eocene sporo-pollen assemblages of Yaojie are approximately similar to those of the East region and the West region of China, which indicate subtropical broadleaved deciduous forest mainly composed of the subtropical and warm temperate taxa, and burning hot climate; from Late Eocene to Early Oligocene, the vegetation of Yaojie evolved to warm temperate mixed broadleaf and needleleaf forests mainly composed of the warm broadleaf deciduous plant, presumably associated with warm and humid conditions.



1 大型双束松 *Pinuspollenites labdacus maximus* (Pot.) Potonie 2 小型双束松 *Pinuspollenites labdacus minor* (Pot.) Potonie 3 真胡桃粉 *Juglanspollenites verus* Roatz 4 真桤木粉 *Alnipollentis verus* (R. Pot.) R. potonie 5、7 菱孔椴粉 *Meliaceoidites rhombiporus* wang 6 圆孔椴粉 *Meliaceoidites rotundiporus* ke et shi 8 菱形漆树粉 *Rhoipites rhombius* wang 9、10、11 小栎粉 *Quercoidites minutus* (Zakl) ke et shi 12 拟桦粉 *Betulaceipollenites bituatus* (R. Pot.) R. Potonie 13、14 大风山麻黄粉 *Ephedripates dafengshanensis* Ihu et Wu 15 粗点禾本科 *Graminidites Crassipunctatus* Krutzsch 16 粗刺管花菊粉 *Tubulifloridites macroechinatus* Song et Zhu 17、18 小藜粉 *Chenopodiipollis minor* Song 19、20 细网罅粉 *Fraxinipollenites microreticulatus* ke et shi 21 小栗粉 *Cupuliferipollenites oviformis* (R. Pot.) R. Potonie