

# 甘肃窑街寺湾沟—炭洞沟 红层孢粉组合、地质时代与生态环境<sup>①</sup>

马玉贞<sup>1</sup> 陶明信<sup>2</sup> 陈发源<sup>3</sup>

<sup>1</sup> (兰州大学地理科学系, 兰州 730000)

<sup>2</sup> (中国科学院兰州地质研究所, 兰州 730000)

<sup>3</sup> (窑街矿务局, 兰州 730080)

**提 要** 对窑街寺湾沟—炭洞沟红层孢粉和地层层序及时代进行了系统分析与对比研究。在该剖面中划分出 2 个孢粉组合: ①双束松粉属—无口器粉属—杉粉属—栎粉属—瘤面海金沙孢属组合, 时代为早渐新世; ②双束松粉属—拟桦粉属—栎粉属—藜粉属—瘤面海金沙孢属组合, 属中渐新世。研究表明: 窑街寺湾沟—炭洞沟红层剖面的层位位于朱儿庄剖面之上, 整个窑街地区的红层剖面属始新统—中渐新统; 窑街地区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; 中渐新世为暖温带落叶阔叶林, 气候较温暖湿润。区域对比分析表明, 从渐新世早期中国东、西部植被开始出现差异并逐渐加大, 该时期也许是中国新构造运动的一个重要时期。

**关键词** 红层孢粉 植被演变 地质时代 早第三纪

**第一作者简介** 马玉贞 女 38 岁 硕士 副教授 新生代孢粉学

## 1 地层及其研究概况

窑街地区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。

窑街煤田是在祁连山东段前寒武变质岩系基础上形成的中、新生代断陷盆地, 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色地层研究程度很低, 时代不清。窑街矿务局等单位曾先后采集了一些孢粉和微体化石样品, 但绝大多数样品未能分析出化石。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<sup>②</sup>。

该套红色地层主要分布在煤田东侧大抱环一带(即  $F_{19}$  断裂带以东地区)和大通河西岸朱儿庄及红山村以北的大片地区(图 1)。1990 年, 窑街煤矿  $CO_2$  气体项目研究组在该煤田西侧朱儿庄和煤田东侧寺湾沟及炭洞沟  $F_{19}$  断裂带东侧对红层剖面进行了实测并系统采集了孢粉样品。有关朱儿庄剖面的孢粉资料已整理成文进行了报道<sup>①</sup>。在寺湾沟—炭洞沟红层剖面获得较丰富的孢粉化石并进行了系统的整理总结, 在此基础上, 结合朱儿庄剖面的资

① 国家自然科学基金青年基金资助项目(编号:0488008)

② 窑街矿务局, 1977, 窑街煤田及外围地质图说明书

料,对窑街地区早第三纪的生态环境问题进行了系统地讨论。

寺湾沟—炭洞沟红层剖面的岩性和采样点自上而下扼要叙述如下(图2):

寺湾沟——炭洞沟剖面(图2)

上覆地层:第四系。

~~~~~不整合~~~~~

3. 棕红色厚层状含砾砂岩、中粗粒砂岩与泥质粉砂岩、含泥细砂岩互层。采孢粉样7、8、9号。 约厚85m

2. 棕红色厚层中一粗粒含泥砂岩,夹泥质含砾粉砂岩与砂砾岩。采孢粉样5、6号。 厚55m

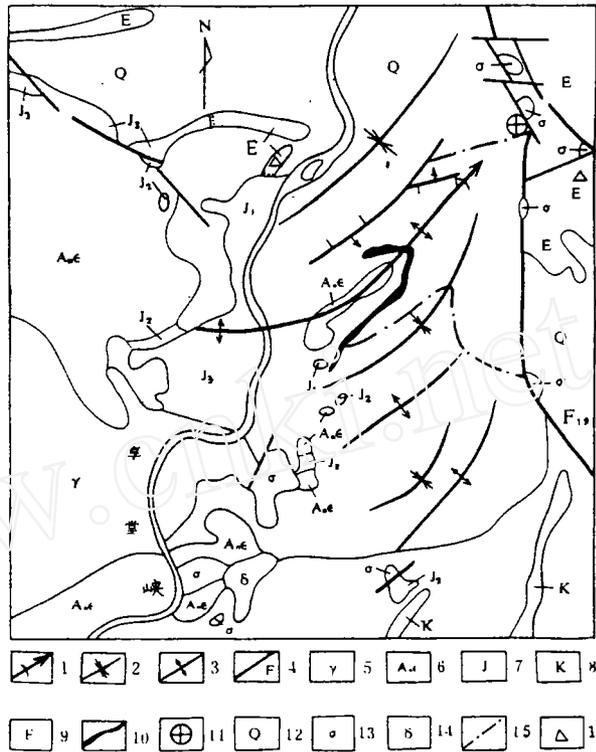
1. 紫红色、棕红色砾岩夹砖红色薄层含砾泥质粉砂岩与褐红色薄层砂质泥岩。砾岩砾石成分以绿色片岩为主,磨圆度与分选性均差。采孢粉样2、3、4号。 约厚70m

—————断层—————

下伏地层,上侏罗统(?)

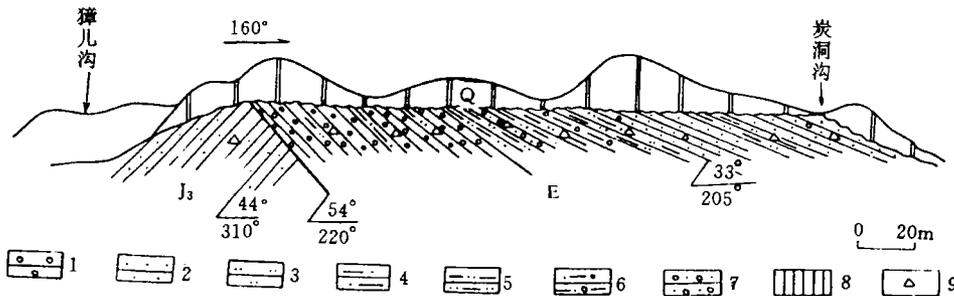
### 2 孢粉组合及其时代与环境分析

该剖面共采集孢粉样品9个,均获得孢粉化石。总体上看,针叶林成分有双



- 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. CO<sub>2</sub>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 Geological structure and the sampling location of sporo-pollen in Yaojie Coalfield



- 1. 砾岩 2. 砂岩 3. 粘土岩 4. 砂质泥岩 5. 粘土质泥岩 6. 含砂砾泥岩 7. 含砾砂岩 8. 黄土 9. 孢粉采样点

图2 寺湾沟—炭洞沟红层实测剖面与孢粉样品位置图

Fig.2 Measured Siwangou-Tandonggou Red Bed Section and the points of sporo-pollen samples

表 1 窑街寺湾沟—炭洞沟红层剖面孢粉含量表

Table 1 Percentage of sporo-pollen from the Siwangou—Tandonggou red bed section in Yaojie

| 孢粉名称                               | 孢粉组合 |   |      | 一    |      |      | 二    |      |   |
|------------------------------------|------|---|------|------|------|------|------|------|---|
|                                    | 1    | 2 | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9 |
| 被子植物花粉                             | 1    | 7 | 9    | 17.6 | 32.4 | 19.0 | 49.7 | 50.4 | 1 |
| 裸子植物花粉                             | 1    | 1 | 3    | 69.5 | 38.2 | 54.8 | 39.5 | 22.9 | 4 |
| 蕨类孢子                               |      | 6 | 3    | 12.7 | 29.4 | 26.2 | 10.7 | 16.7 | 1 |
| 银杏属 <i>Ginkgo</i>                  |      |   |      |      |      |      |      |      |   |
| 罗汉松粉属 <i>Podocarpidites</i>        |      |   |      | 2.0  |      | 4.8  | 1.3  |      |   |
| 雪松粉属 <i>Cedripites</i>             |      |   |      | 14.7 |      |      |      |      |   |
| 拟落叶松粉属 <i>Laricoidites</i>         | 1    |   | 1    |      | 2.9  | 2.4  |      | 2.1  |   |
| 云杉粉属 <i>Piceaepollenites</i>       |      |   | 14.7 |      | 2.4  | 2.0  | 2.1  |      |   |
| 双束松粉属 <i>Pinuspollenites</i>       |      |   | 1    | 9.8  | 5.9  | 31.0 | 29.5 | 14.6 | 1 |
| 铁杉粉属 <i>Isugaeipollenites</i>      |      |   |      | 2.0  |      |      |      |      |   |
| 杉粉属 <i>Taxodiaceaeipollenites</i>  |      |   | 1    | 7.8  | 11.8 | 7.1  | 0.7  | 2.1  | 1 |
| 无口器粉属 <i>Inaperturopollenites</i>  |      | 1 |      | 17.6 | 14.7 | 4.8  | 3.4  |      | 1 |
| 麻黄粉属 <i>Ephedripites</i>           |      |   |      | 1.0  | 2.9  | 2.4  | 2.7  | 2.1  | 1 |
| 柳粉属 <i>Salixipollenites</i>        |      |   | 1    |      | 5.9  |      | 0.7  |      |   |
| 胡桃粉属 <i>Juglansipollenites</i>     |      |   | 2.0  |      |      | 7.1  |      | 2.1  |   |
| 拟桦粉属 <i>Betulaceoipollenites</i>   |      | 1 | 1    |      |      |      | 27.5 | 5.3  |   |
| 桧木粉属 <i>Alnipollenites</i>         |      |   |      |      |      |      |      |      |   |
| 拟榛粉属 <i>Momipites</i>              |      |   |      |      |      |      | 1.3  |      |   |
| 栗粉属 <i>Cupuliferoiipollenites</i>  |      |   |      | 2.0  | 2.9  |      | 0.7  | 2.1  |   |
| 栎粉属 <i>Quercoidites</i>            | 1    | 4 | 5    | 12.7 | 5.9  | 4.8  | 5.4  | 8.3  |   |
| 朴粉属 <i>Celtisipollenites</i>       |      |   |      |      |      |      |      |      |   |
| 榆粉属 <i>Ulmipollenites</i>          |      |   |      |      | 5.9  |      | 0.7  | 4.2  | 1 |
| 枫香粉属 <i>Liquidambaripollenites</i> |      |   |      |      | 2.9  |      | 2.7  | 2.1  |   |
| 楝粉属 <i>Meliaceoidites</i>          |      |   |      |      |      |      |      | 2.1  |   |
| 冬青粉属 <i>Ilexipollenites</i>        |      |   |      |      |      |      |      | 2.1  |   |
| 枹粉属 <i>Fraxinoipollenites</i>      |      |   |      |      | 2.4  |      |      |      |   |
| 漆树粉属 <i>Rhoipites</i>              |      |   |      |      |      |      |      |      |   |
| 大戟粉属 <i>Euphorbiacites</i>         |      |   |      |      |      |      |      |      |   |
| 槭粉属 <i>Aceripollenites</i>         |      |   |      |      |      |      |      |      |   |
| 百合粉属 <i>Liliacidites</i>           |      |   |      | 2.9  |      | 0.7  |      |      |   |
| 禾木粉属 <i>Graminidites</i>           |      |   |      |      |      | 0.7  | 2.1  |      |   |
| 三孔沟粉属 <i>Tricoiporopollenites</i>  | 1    |   |      | 2.9  | 2.4  | 3.4  | 8.3  |      |   |
| 管花菊属 <i>Tubulifloridites</i>       |      |   |      | 2.9  |      | 2.0  | 8.3  |      |   |

续表 1

| 孢粉名称                                  | 孢粉组合 |          |   | 一  |     |     | 二    |      |     |      |   |
|---------------------------------------|------|----------|---|----|-----|-----|------|------|-----|------|---|
|                                       | 样品编号 | 孢粉含量 (%) | 1 | 2  | 3   | 4   | 5    | 6    | 7   | 8    | 9 |
| 藜粉属 <i>Chenopodioidites</i>           |      |          | 1 | 14 | 15  | 102 | 34   | 42   | 149 | 48   | 5 |
| 石竹粉属 <i>Caryophyllidites</i>          |      |          |   | 1  |     |     |      |      | 2.1 |      |   |
| 睡莲粉属 <i>Nymphaeacidites</i>           |      |          |   |    |     |     |      |      |     |      |   |
| 眼子菜粉属 <i>Potamogetonacidites</i>      |      |          |   |    |     |     |      | 0.7  |     |      |   |
| 黑三棱粉属 <i>Sparangiaceapollenites</i>   |      |          |   |    | 1.0 |     |      |      |     |      |   |
| 伞形科 <i>Umbelliferae</i>               |      |          |   |    |     |     |      |      |     |      |   |
| 马先蒿属 <i>Pedicularis</i>               |      |          |   |    |     |     |      |      |     |      |   |
| 单孔四合体粉属 <i>Tetradomonoporites</i>     |      |          |   |    |     |     |      |      |     |      |   |
| 水龙骨单缝孢属 <i>Polypodiaceasporites</i>   |      |          |   |    |     | 2.9 |      | 11.9 | 1.3 | 2.1  |   |
| 瘤面水龙骨单缝孢属<br><i>Polypodiisporites</i> |      |          |   |    |     | 2.0 |      |      | 2.0 |      |   |
| 拟桫欏孢属 <i>Alsophidites</i>             |      |          |   | 2  |     | 1.0 | 2.9  | 7.1  | 1.3 | 2.1  |   |
| 石松孢属 <i>Lycopodiumsporites</i>        |      |          |   | 1  |     |     | 2.9  | 2.4  | 5.4 |      |   |
| 瘤面海金沙孢属 <i>Lygodioisporites</i>       |      |          |   | 3  | 2   | 2.0 | 11.8 |      | 0.7 | 10.4 | 1 |
| 紫萁孢属 <i>Osmundacidites</i>            |      |          |   |    | 1   | 4.9 | 2.9  |      |     |      |   |
| 波缝孢属 <i>Undulatisporites</i>          |      |          |   |    |     |     |      |      |     | 2.1  |   |
| 三角孢属 <i>Deltoidospora</i>             |      |          |   |    |     |     |      |      |     |      |   |
| 三角粒面孢属 <i>Granulatisporites</i>       |      |          |   |    |     |     | 2.9  |      |     |      |   |
| 石韦孢属 <i>Cydophorusisporites</i>       |      |          |   |    |     |     | 2.9  | 4.8  |     |      |   |
| 无孔多胞孢属 <i>Multicellaesporites</i>     |      |          |   |    |     |     | 2.9  |      |     |      |   |

束松粉属 (*pinuspollenites*)、云杉粉属 (*piceapollenites*)、无口器粉属 (*Inaperturopollenites*) 和罗汉松粉属 (*Podocarpidites*)。被子植物以温带阔叶植物为主, 主要为栎粉属 (*Quercoidites*) 和拟桦粉属 (*Betulaceolpollenites*), 其它还有胡桃粉属 (*Juglanspollenites*)、柳粉属 (*Salixipollenites*) 和榆粉属 (*Ulmipollenites*) 等, 并含有热带、亚热带分子如栗粉属 (*Cupuliferoipollenites*)、枫香粉属 (*Liquidambarpollenites*)、楝粉属 (*Meliaceoidites*) 和冬青粉属 (*Ilexpollenites*)。草本植物较少, 以藜粉属 (*Chenopidipollis*) 和菊科 (*Compositae*) 为主。在个别样品中, 有水生植物眼子菜粉属 (*Potamogetonacidites*) 和黑三棱粉属 (*Sparangiaceae pollenites*)。蕨类孢子较多, 属种也较丰富, 主要为瘤面海金沙孢属 (*Lygodioisporites*)、拟桫欏孢属 (*Alsophidites*)、水龙骨单缝孢属 (*Polypodiaceasporites*) 和石松孢属 (*Lycopodiumsporites*)。

宋之琛根据孢粉组合特征以及古地理、古气候的差异, 将我国第三纪孢粉植物划分为三大孢粉植物区系, 并将西北区新生代植被归纳为三个变化阶段: (1) 亚热带植物和针叶林期: 以残存的山龙眼科、木兰科、桃金娘科等亚热带成分为特征。针叶林成分有双束松粉属、云杉粉属、雪松粉属和冷杉粉属。还有桦、栎等阔叶树种和蕨类的水龙骨科。草本植物不发育或

多少不一,因地而异。时代为早第三纪;(2)针叶林—森林草原期:由残存的罗汉松科和丰富的松科组成针叶林,阔叶树种由栎和山毛榉组成。菊科、百合科、禾本科、豆科、藜科等组成草原植被,蕨类仅有水龙骨科。本期主要特征是亚热带成分完全消失或仅存早期分子,而草本成分大发展。其时代应为中新世;(3)草原荒漠期:木本有双束松粉属、云杉粉属、冷杉粉属、桦属和桤木粉属;草本植物有菊科、藜科、百合科和豆科。没有蕨类植物代表。时代应为上新世—第四纪<sup>[2]</sup>。

如前所述,寺湾沟—炭洞沟剖面孢粉化石中,含有一定量的热带亚热带分子,如栗粉属、枫香粉属、椴粉属、冬青粉属、雪松粉属和罗汉松粉属。蕨类孢子种类和数量均较多。草本植物较少。故该剖面时代应为早第三纪。

据孢粉属种和含量在剖面中的分布特征(表 1,图 2),可将其分为两个孢粉组合带(1、2、3 号样品的孢粉颗粒少而未计入),自下而上为:

### 2.1 双束松粉属—无口器粉属—杉粉属—栎粉属—瘤面海金沙孢属组合带

样品号为 4、5、6 号,其特征为裸子植物占优势,达 38.2%—69.6%,被子植物次之,占 17.6%—32.4%,蕨类孢子占 12.7%—29.4%。

裸子植物种类较多,主要为双束松粉属(占 5.9%—31.0%)、杉粉属(占 7.1%—11.8%)和无口器粉属(占 4.8%—17.6%),还有一定量的麻黄粉属(*Ephedripites*)、云杉粉属、罗汉松粉属、拟落叶松粉属(*Laricoidites*)和雪松粉属。被子植物以栎粉属为主(占 4.8%—12.7%),还有一定量的胡桃粉属、栗粉属及少量的榆粉属、柳粉属和枫香粉属等。蕨类孢子种类较多,如瘤面海金沙孢属、紫萁孢属(*Osmundacidites*)、拟桫欏孢属、水龙骨科孢属和石松孢属等。

《渤海沿岸地区早第三纪孢粉》的作者认为,无气囊松柏类花粉在北半球不同地区的晚白垩世一直至中新世的孢粉组合中均可占优势或显著位置,但其伴生种不同。A. 晚白垩世晚期的组合,无气囊松柏类虽可占显著位置,但还伴生有其它比较特征的分子,如古老的被子植物花粉,较特殊的孢子等。B. 古新世—始新世以无气囊松柏类为主的组合中,其伴生种为桦科和杨梅科或胡桃科等有关的三孔类花粉为多,水龙骨科孢子有时也较多。C. 渐新世以无气囊松柏类花粉为主的组合中,伴随分子多是松科、山毛榉科、榆科和桦科等,而热带和亚热带分子不多。D. 至于晚第三纪以无气囊松柏类花粉占优势或显著位置的组合,其面貌和渐新世的大致相似,伴随分子也是以松科、山毛榉科和榆科为主,不同的是出现了新的成分,尤其是草本植物出现较多,使组合的面貌和当地目前的植被景观更为接近<sup>[3]</sup>。

炭洞沟—寺湾沟剖面第一孢粉组合中无气囊松柏类花粉杉粉属和无口器粉属占显著位置,松科花粉含量相当高,山毛榉科的栎粉属也占了相当显著的位置,其它还有榆粉属和胡桃粉属。热带、亚热带分子不多,但还有一定的数量,如栗粉属和枫香粉属。草本植物很少,蕨类孢子种类较多,数量可观。故该组合时代总体上看应为渐新世。

此孢粉组合可与江苏早渐新世戴南组、山东早渐新世昌乐组和兰州盆地早渐新世的孢粉组合对比。戴南组的孢粉组合以杉粉属和无口器粉属为主要分子,含一定量的具气囊松柏类,被子植物以榆粉属、山核桃粉属和栎粉属为主,热带和亚热带植物数量不多,且具有零星的草本植物花粉,蕨类含量很低<sup>[4]</sup>。昌乐组孢粉组合中,占优势成分的是松柏类植物。其中主要为落羽杉科(柏科和落羽杉科两者在形态上有时难以区别),被子植物处于次要地位,其中以桦科、榆科和木兰属较多。孢子含量不稳定,有时较多<sup>[5]</sup>。兰州盆地早渐新世孢粉组合中,

无气囊松柏类花粉占优势(双束松粉属含量不稳定),伴生类型较多,以栎粉属、拟桦粉属为主,含有一定量的亚热带分子和藜粉属,蕨类孢子较多<sup>[6]</sup>。

与上述各孢粉组合相比,寺湾沟剖面第一孢粉组合带无口器粉属和杉粉属的含量较低。具气囊的松科花粉含量偏高,被子植物在种类和数量上都偏低,但早生植物麻黄和藜粉属偏高,显示气候较干凉。这与窑街地区所处的地理位置有相当大的关系。故可进一步认为其时代可为早渐新世。

从位于窑街西南而海拔较低的西宁盆地都大峡—芨芨沟早渐新世马哈拉沟组下部剖面中获得的孢粉组合特征为以被子植物为主,其中楝粉属〔部分可能归蒺藜科(Zygophyllaceae)〕最多,此外栎粉属、胡桃粉属、大戟粉属、朴粉属和肋榆粉属等有一定含量;双子叶草本植物、具气囊松柏类及热带、亚热带分子含量不高但常出现。麻黄属含量高,平均为30.3%,蕨类孢子少量<sup>[7,8]</sup>。柴达木盆地是青藏高原北缘的一个内陆盆地,其早渐新世下干柴沟组下部孢粉组合以被子植物占优势,且以栎粉属和椴粉属为主,其它还有桦科、漆树粉属、芸香粉属、栗粉属。草本植物禾本粉属、唇形三沟粉属和管花菊粉属开始出现,藜粉属已开始繁盛。松柏类花粉以具气囊松科花粉为主,如云杉粉属、双束松粉属等。麻黄粉属类型复杂,含量高。蕨类孢子不多。其总体反映半干旱的林块及灌丛植被<sup>[9]</sup>。

杉粉属与杉科有关,无口器粉属与柏科和杉科有关。现代杉科以我国亚热带地区分布最为集中,为喜温喜湿树种;柏科分布广泛,在北温带、暖温带、热带和亚热带均有分布;松科植物为山地针叶植物,分布广;胡桃科、桦科、榆科分布于北半球温带及暖温带,其中桦科是喜湿润土壤树种,栎属是温带阔叶林优势树种,代表温湿环境。麻黄科、藜科、蒺藜科、石竹科及菊科均为旱生植物,是草原、荒漠等干旱气候区域的植物;水龙骨科、桫欏科和海金沙科是生长在热带及亚热带地区潮湿林下的植物。

综上所述,早渐新世,以江苏、山东为代表的我国东部地区气候暖热潮湿,以杉科和柏科为主的亚热带森林植被发育。愈往西部,气候愈干愈凉,草本植物越发育,麻黄科和蒺藜科的含量越高,由森林植被逐渐过渡为半干旱的林块及灌丛植被,气候干旱温暖。柴达木盆地和西宁盆地就是典型的实例。

位于东西部过渡地带的窑街地区,其孢粉组合所反映的气候与植被类型也恰恰与东、西部过渡区类型相一致,即气候较温暖湿润,植被类型为以针叶为主的针阔叶混交林,夹有灌丛,林下发育着蕨类。而位于其东南部的兰州盆地虽也是以针叶为主的针阔叶混交林,但针叶林以柏科和杉科为主<sup>[6]</sup>,气候应更为温暖湿润。

由此可看出,从早渐新世开始,我国已开始东西部分异,西部山地隆起,山地气候温湿,针叶林发育,而盆地干旱少雨的局面已初步形成。

## 2.2 双束松粉属—拟桦粉属—栎粉属—藜粉属—瘤面海金沙孢属孢粉组合带

样品号为7、8号(9号样孢粉数量少而未计入)。被子植物占主导地位,达49.7%—60.6%,裸子植物次之,占22.9%—39.6%,蕨类孢子减少,为10.7%—16.7%。

被子植物与上一组合相比,种类多样,主要为拟桦粉属(占6.3%—27.5%)、栎粉属(占5.4%—28.3%)和藜粉属(占3.4%—10.4%)。还有一定量的栗粉属、榆粉属、枫香粉属、禾本粉属(*Graminidites*)和菊科分子。零星分布有柳粉属、胡桃粉属、拟榛粉属(*Momipites*)、楝粉属、冬青粉属、百合粉属(*Liliacidites*)和石竹粉属(*Caryophyllites*)。总体来看,组合中以温带分子为主,但仍含有热带和亚热带分子,如栗粉属、枫香粉属、楝粉属等;草本植物和旱生

植物有所增加;裸子植物杉粉属和无口器粉属的数量大大减少,主要为双束松粉属(占 14.6%—29.5%)、云杉粉属(2.0%—2.1%)和麻黄粉属(2.1%—2.76%)。蕨类孢子较上一组合数量减少,种类较单调,主要为瘤面海金沙孢属、拟桫欏孢属和水龙骨单缝孢属。

本组合可与兰州盆地中渐新世孢粉组合和渤海沿岸中渐新世沙河街组一段孢粉组合对比。兰州盆地中渐新世孢粉组合以被子植物为主体,且类型主要为栎粉属、藜粉属、拟桦粉属和木兰粉属(*Magnoliipollis*)。其中温带类型分子较多,亚热带分子少量存在;草本植物发展较快,裸子植物次之,以双束松粉属、云杉粉属和麻黄粉属为主。蕨类孢子数量较少,主要是水龙骨科的分子<sup>[6]</sup>。沙河街组一段亦以被子植物为主体,以栎粉属、榆粉属最多,其次为桦科、胡桃科、楝科、芸香科和枫香粉属、柳粉属等,热带及亚热带植物和草本植物少量存在。松柏类主要是松科,其数量超过了杉粉属和无口器粉属。麻黄粉属含量较少;蕨类孢子很少,且主要为水龙骨科分子<sup>[3]</sup>。

第二组合带和上述两个地区的中渐新世孢粉组合在基本特征上是一致的,但其旱生植物和草本植物较多,故该组合时代可定为中渐新世。

王大宁等认为:渐新世中、晚期东部地区以楝科大量出现,网纹三沟、网纹三孔沟具一定含量为特征。双子叶草本植物明显增多,反映了较干旱的温暖气候。西部地区以楝科和松科花粉为主要成分,温带落叶阔叶成分多见。楝科(部分为蒺藜科)和藜科的增加,表明气候继续干旱,松科花粉大量出现反映气候转凉<sup>[10]</sup>。

柴达木盆地中渐新世下干柴沟组中部孢粉组合以被子植物为主,其突出特征是拟白刺粉属和青海粉属(它们中的一些种过去曾被归为楝粉属)含量高,草本植物除藜粉属含量较高外,其它如唇形三沟粉属、菊科和石竹科等种类出现较多,但含量都不高。其它乔木被子植物含量较少,裸子植物以麻黄粉属为主,松柏类含量较低,蕨类孢子很少<sup>[9]</sup>。

西宁盆地中渐新世马哈拉沟组中、上段的孢粉组合以裸子植物居优势,被子植物次之,蕨类孢子仅个别出现。被子植物仍以楝粉为主,还有栎、榆、朴、大戟粉及不多的热带、亚热带分子,双子叶草本植物有所增加,菊科花粉首次出现<sup>[7]</sup>。

化隆盆地中渐新世的孢粉组合以裸子植物占优势,且以双束松粉属为主,被子植物主要为网面三沟粉、栎粉属和桦粉属等,蕨类孢子零星分布<sup>[1]</sup>。

从上述各地区孢粉组合特征分析,在中渐新世,中国西部气候继续干旱、转凉,这与前述王大宁等的认识吻合。而兰州盆地和窑街盆地正位于东、西部过渡地区,既保持有东部的特色,又具有西部的特征。同时,也可以认为在渐新世时,中国东、西部植被的变化是渐变的,无明显界限。另一方面,孢粉组合特征也反映出在中国西北内陆盆地气候较暖干(柴达木盆地及兰州盆地)而高山带气候相对冷湿(西宁、化隆)的特殊性在中渐新世已有所表现。

### 3 认识与讨论

根据在窑街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 马玉贞, 贵德、化隆盆地第三纪红层孢粉组合(待刊)。

1)窑街寺湾沟—炭洞沟红层剖面含2个孢粉组合:下部为双束松粉属—无口器粉属—杉粉属—栎粉属—瘤面海金沙孢属组合,时代为早渐新世;上部组合为双束松粉属—拟桦粉属—栎粉属—藜粉属—瘤面海金沙孢属组合,时代为中渐新世。

2)朱儿庄红层剖面主体为始新统,其顶部属下渐新统<sup>[1]</sup>。炭洞沟—寺湾沟红层剖面属渐新统中、下部。故上述两剖面在时代上可衔接而互补,所含孢粉组合亦相应可衔接互补。

3)窑街地区红层为下第三系,且缺失古新统,从始新世开始接受沉积,直接覆于上侏罗统之上<sup>[1]</sup>。由于窑街地区始新统的发现与厘定,对于邻区(如兰州盆地等)古地理和古环境研究与探讨具有重要科学意义。

4)窑街煤田F<sub>19</sub>断裂带以东的红层,地表出露者主要为渐新统,其下亦可能发育始新统,并可能如朱儿庄剖面,覆于上侏罗统之上。这对F<sub>19</sub>断裂带以东的找煤工作和勘探设计提供了重要的地层学资料。

5)窑街地区在始新世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<sup>[1]</sup>;中渐新世植被为暖温带落叶阔叶林,气候较温暖湿润。

6)窑街地区始新世孢粉组合<sup>[1]</sup>与中国东、西部地区植被相似,气候亦差别不大,而从渐新世早期出现差异并逐渐加大。结合邻区孢粉资料分析,可认为中国东、西部植被的分异,即地形与气候的分异自渐新世开始。从这个意义上讲,始新世与渐新世之间是中国新构造活动的一个重要时期,对此今后有必要进一步研究。

江德昕研究员审阅了本文并提出了宝贵的修改意见,特致深切的谢意。

收稿日期:1995-7-12

## 参 考 文 献

- [1] 马玉贞,陶明信,陈发源,甘肃窑街朱儿庄红层孢粉组合与地质时代.沉积学报,1995,13(4):64--72.
- [2] 宋之琛等编著,孢子花粉分析,北京:科学出版社,1965,221—228.
- [3] 石油化学工业部石油勘探开发规划研究所,中国科学院南京地质古生物研究所,渤海沿岸地区早第三纪孢粉,北京:科学出版社,1978,5—27.
- [4] 宋之琛,郑亚惠,刘金陵,江苏地区白垩纪—第三纪孢粉组合,北京:地质出版社,1981,18—23.
- [5] 宋之琛,曹流,李曼英,山东第三纪孢粉组合,中国科学院南京地质古生物研究所集刊,第三号,科学出版社,1964,183—191.
- [6] 马玉贞,第三纪红层孢粉研究的新进展——以兰州盆地为例.地学探索(纪念中国地质学会成立七十周年专辑),1992,(7):7—18.
- [7] 孙秀玉,赵英娘,何卓生,青海西宁——民和盆地渐新世至中新世孢粉组合.地质论评,1984,30(3):207—216.
- [8] 黄有元,董凯林,西宁盆地新生代地层划分与对比、石油地质文集——地层古生物4,地矿部石油普查勘探局,中国地质学会石油专业委员会,石油地质文集编辑委员会编,北京:地质出版社,1982,158—166.
- [9] 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,柴达木盆地第三纪孢粉学研究,北京:石油工业出版社,1985,19—36.
- [10] 王大宁,孙秀玉,赵英娘,何卓生,我国部分地区晚白垩世—早第三纪孢粉组合序列,地质论评,1984,30(1):3—17.

## The Red Bed Sporo-pollen Assemblages, Geological Age and Ecological Environment from Siwangou—Tandonggou of Yaojie, Gansu

Ma Yuzhen<sup>1</sup> Tao Mingxin<sup>2</sup> and Chen Fayuan<sup>3</sup>

<sup>1</sup> (The Department of Geography, Lanzhou University, Lanzhou 730000)

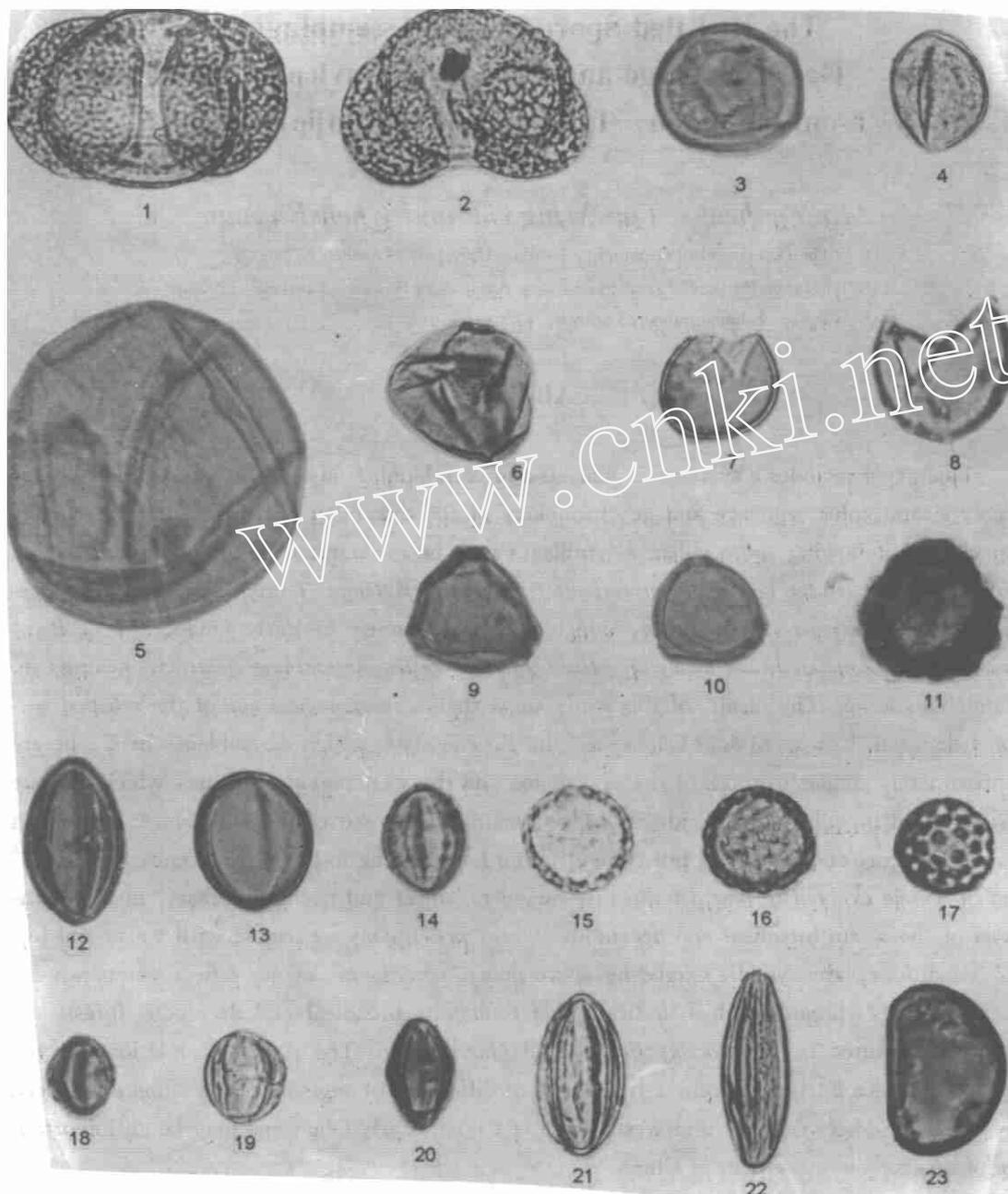
<sup>2</sup> (Lanzhou Institute of Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000)

<sup>3</sup> (Yaojie Coalmine Bureau, Lanzhou 730080)

### Abstract

This paper includes a systematic analysis and correlation study on the sporo-pollen assemblage, stratigraphic sequence and geochronology of the Siwangou red bed section in Yaojie, Gansu. The following sporo-pollen assemblages may be recognized in the Siwangou section (in ascending order): ① *Pinus pollenites-Inaperturopollenites-Taxodiaceae pollenites-Quercoidites-Lygodioisporites* assemblage, which may be assigned to Early Oligocene; ② *Betulaceoi pollenites-Quercoidites-Chenopodi pollis-Lygodioisporites* assemblage, which belongs to Middle Oligocene. The results of this study show that, the geological age of the red bed section belongs to Eocene-Middle 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 a subtropical broadleaf and deciduous forest, mainly composed of the subtropical and warm temperate taxa, and a 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 and deciduous plants, presumably associated with warm and humid conditions; the Middle-Oligocene sporo-pollen records of Yaojie reflect comparatively warm and wet climates, which indicate that temperate broadleaf and deciduous forests are mainly constituted by *Betulaceoi pollenites* and *Quercoidites*. The region correlation analysis shows that since Early Oligocene a trend toward difference of vegetation and climate has been on the increase between east and west region of China. Early Oligocene may be an important age of neotectonic movement in China.

**Key Words:** sporo-pollen of red bed section vegetation variation geological age Eocene



1-2 小型双束松 *Pinuspollenites labdacus minor* (Pot.) Potonie 3-4 酱果型无口器粉 *Inaperturopollenites bacataefornus*. (Zakl.) Sung and Zheng. 5 大拟落叶松粉 *Laricoidites magnus* (Pot.) R. Potonie, Thomson and Thiergart 6 平滑禾本科 *Graminidites Laevigatus* Krutzsch. 7,8 破隙杉粉(比较种) *Taxodiaceapollenites ct. hiatus* (Pot.) Kremp 9,10 拟桦粉 *Betulaceoipollenites bituitus* (R. Pot.) R. Potonie 11 粗刺管花菊粉 *Tubifloridites macroechinatas* (Trevisan) Song et Zhu 12 狭瘦樟粉 *Melastaceoidites leptus* ke et shi 13,14 小栎粉 *Quercoidites minutus* (Zakl.) ke et shi 15,16,17 繁孔蕈粉 *Chenopodiipollis multiporatus* (Pfl. & Thom) Zhou 18,19,20 卵形粟粉 *Cupuliferoipollenites oviformis* (R. Pot.) R. Potonie 21,22 梭形麻黄 *Ephedripites (Distachyapites) fusiformis* (shakhmundes) Krutzsch. 23 哈氏水龙骨单缝孢 *Polypodiaceasporites heardti* (Pot. et Ven) Thiergart.