

文章编号: 1671-1505(2004)03-0363-09 文献标识码: A

# 陕北统万城地区历史自然景观 及毛乌素沙漠迁移速率\*

孙同兴<sup>1,4</sup> 王宇飞<sup>1</sup> 侯甬坚<sup>2,3</sup> 杜乃秋<sup>1</sup> 李承森<sup>1,2</sup>

1 中国科学院植物研究所, 北京 100093

2 中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室, 陕西西安 710054

3 陕西师范大学西北历史环境与经济社会发展研究中心, 陕西西安 710062

4 莱阳农学院生命科学学院, 山东莱阳 265200

**摘要** 十六国时期夏国都城——统万城位于陕西省靖边县城北无定河北岸, 今天的自然景观属于沙漠, 仅存稀疏的次生灌丛和草本群落。但是, 在约1600年以前, 当地为温带干草原, 在塬面或山丘上分布有侧柏林, 沟谷、河岸边生长喜温湿的乔木, 河流、湖泊、沼泽中水生植物繁盛, 在丘间低洼处或盐碱土上分布有灌木和草本植物。当时该地区的年平均温度为 $7.8^{\circ}\text{C}\sim 9.3^{\circ}\text{C}$ , 最热月平均温度 $23.0^{\circ}\text{C}\sim 24.9^{\circ}\text{C}$ , 最冷月平均温度 $-12^{\circ}\text{C}\sim -5.6^{\circ}\text{C}$ , 年较差 $28.5^{\circ}\text{C}\sim 38.2^{\circ}\text{C}$ , 年降雨量 $403.4\sim 550.0\text{ mm}$ , 最大月降雨量 $83.8\sim 123.9\text{ mm}$ , 最小月降雨量为 $4.4\sim 12.2\text{ mm}$ 。当时的年平均温度比现在高出 $0.2^{\circ}\text{C}\sim 0.7^{\circ}\text{C}$ , 年降雨量也高出 $60\sim 100\text{ mm}$ 。如此的历史景观今天已经向南迁移, 侧柏林或森林草原退缩至延安以南。在此近1600年的时间里, 毛乌素沙漠分布范围不断扩大, 其南部边缘推进了约200 km, 推测沙漠扩展的速率达到平均 $125\text{ m/a}$ 。

**关键词** 陕北 统万城地区 历史自然景观 毛乌素沙漠

**第一作者简介** 孙同兴, 男, 1962年出生, 博士, 副教授, 现为中国科学院植物研究所博士后, 主要从事植物学及古植物学的研究工作。

## Historical natural landscape of Tongwancheng area in northern Shaanxi Province and migration rate of Mau Us Desert

Sun Tongxing<sup>1,4</sup> Wang Yufei<sup>1</sup> Hou Yongjian<sup>2,3</sup> Du Naiqiu<sup>1</sup> Li Chengsen<sup>1,2</sup>

1 Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093

2 State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Global Environment,  
Chinese Academy of Sciences, Xi'an 710054, Shaanxi

3 Research Center for the Historical Environment and the Economic Society in the North-West,  
Shaanxi Normal University, Xi'an 710062, Shaanxi

4 Institute of Life Science, Laiyang Agricultural College, Laiyang 265200, Shandong

**Abstract** Tongwancheng, the capital of the Great Xia Kingdom during the period of Five Hu and Sixteen Kingdoms in the Chinese history, was situated on the north bank of Wudinghe River in the north of Jingbian County, Shaanxi Province. The recent Tongwancheng area has a desert land-

\* 中国科学院知识创新工程项目 (KZCX1-10-02) 资助

收稿日期: 2003年10月20日 改回日期: 2003年11月11日

scape, with only sparse secondary shrub and grass community. However, about 1600 years ago the Tongwancheng area was once a beautiful place of dry steppes with the landscape of sparse forest. There was a temperate vegetation. Forests of *Platycladus orientalis* were distributed on the hills and uplands. Thermophilous trees grew along river banks and in gullies. Abundant aquatic plants grew in rivers, lakes and swamps. Salt-loving shrubs and herbs covered the salinized soil. At that time, the climate of the Tongwancheng area was as follows: the annual mean temperature was  $7.8^{\circ}\text{C} \sim 9.3^{\circ}\text{C}$ , the hottest monthly mean temperature was  $23.0^{\circ}\text{C} \sim 24.9^{\circ}\text{C}$  and the coldest monthly mean temperature was  $-12.0^{\circ}\text{C} \sim -5.6^{\circ}\text{C}$ , the annual mean temperature difference was  $28.5^{\circ}\text{C} \sim 38.2^{\circ}\text{C}$ , the annual precipitation was  $403.4 \sim 550.0$  mm, the monthly maximum precipitation was  $83.8 \sim 123.9$  mm and the monthly minimum precipitation was  $4.4 \sim 12.2$  mm. Compared with the present climate, the annual mean temperature and annual precipitation were respectively  $0.2^{\circ}\text{C} \sim 0.7^{\circ}\text{C}$  and  $60 \sim 100$  mm higher. It indicates that the climate in the Tongwancheng area about 1600 years ago was slightly warmer and wetter than the present time. The similar vegetative landscape of dry steppes has moved southward. The forests of *Platycladus orientalis* and forest steppe have moved to the southern part of Yan'an area. It is estimated that the Mau Us Desert migrated southward at a mean rate of 125 meters per year during the past 1600 years.

**Key words** northern Shaanxi Province, Tongwancheng area, historical natural landscape, Mau Us Desert

**About the first author** Sun Tongxing, male, born in 1962, is an associate professor with Ph. D. degree, and a postdoctor fellow at Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, and is mainly engaged in botany and palaeobotany.

## 1 前言

统万城 ( $37^{\circ}59'N, 109^{\circ}9'E$ ) 建于公元 413~418 年, 是十六国时期匈奴族后裔赫连勃勃所建夏国的都城, 位于陕西省靖边县城北 60 km 的无定河北岸(图 1)。统万城遗址的自然地理位置在我国黄土高原向毛乌素沙漠过渡地带的北缘, 属于暖温带森林草原向温带干草原、温带荒漠草原过渡的地区, 同时又是东部季风区向西北干旱区过渡的生态环境敏感带。

今天的统万城已深处毛乌素沙漠之中(侯仁之, 1973), 因此, 关于统万城营建之初的自然环境如何? 该城当时就建在沙漠中, 还是后来被沙漠所掩埋? 对此一直存在着不同观点。一种观点认为, 出于军事攻防的需要, 该城当初就是营建在沙漠中(牛俊杰和赵淑贞, 2000; 王尚义和董靖保, 2001), 另一种观点认为, 统万城营建之时的自然环境植物繁盛, 水草丰美, 该地区沙漠化是由于连年战争和过渡开发及放牧等原因。在近一千多年, 或甚至说

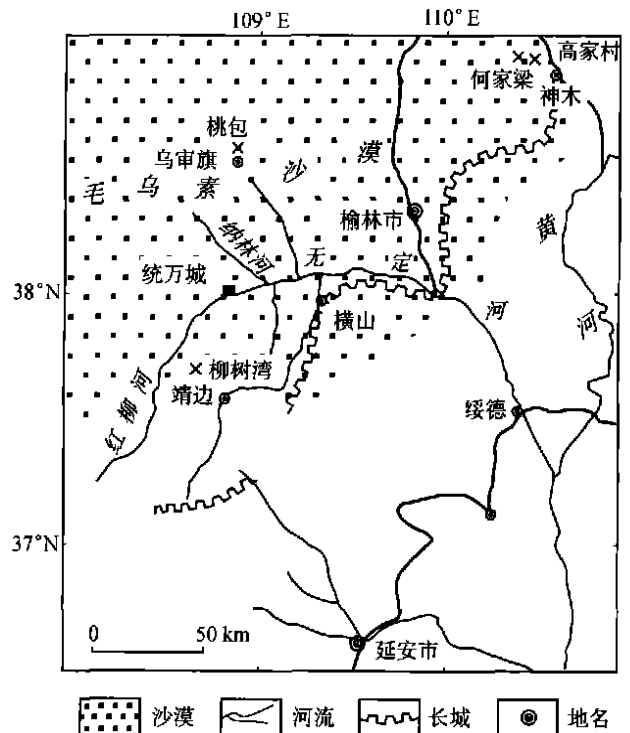


图 1 统万城在陕北的位置

Fig 1 Location of Tongwancheng area in northern Shaanxi Province

近一百多年内才形成的(侯仁之, 1973; 史念海, 1981, 1988; 邓辉等, 2001)。

统万城分为外城郭, 东城和西城三部分。城墙的四角筑有宽大的角楼, 周围筑有马面30余座。整个城墙为夯土而成。依据当时生产力水平, 参照今天当地垒墙的方法, 统万城古城墙所用的夯土极大可能是取自周围的地表土层, 城墙中起加固作用的原木, 也不可能是从很远的地方运来, 而是就地采伐所得(史念海, 1981, 1988)。本文对城墙内保存的木材和孢粉进行了深入研究, 夯土中分析出的孢粉和木材至少代表了1600年前或略早时期的当地植物类型。我们进一步根据古地理学的理论观点和研究方法(冯增昭, 2003), 并综合其它相关的研究成果, 恢复了统万城地区当时的自然景观, 同时从自然科学的角度分析和推算出毛乌素沙漠在过去1600年中的迁移速率。

## 2 材料与方法

木材样品取自城墙内保存的原木, 按照常规方法制备木材的横、径、弦三个切面, 利用BX-50 Olympus型显微镜和HITACHI S-800扫描电子显微镜观察照相。

从东城和西城中取3块样品, 从永安台龙墩中取1块样品, 采用重液浮选方法提取孢粉。孢粉鉴定主要参考王伏雄等(1995)的《中国植物花粉形态》文献, 这些孢粉所对应的植物在当时分布所需要的气候和生态条件应与其现代分布区的气候与生态条件相同, 因此, 运用共存分析法(Mosbrugger and Utescher, 1997)将所发现的植物类群的现代分布区气候参数变化范围相叠加可以得出1600年前统万城地区气候参数的估测范围。现代气象资料采用北京气象中心资料室(1984)的《1951~1980中国地面气候资料》。

## 3 观察结果

### 3.1 木材鉴定(图2)

柏科 Cupressaceae

侧柏属 *Platyclusus*

侧柏 *Platyclusus orientalis* (L.) Franco

年轮明显, 平均宽0.77 mm。瘤状层普遍出

现在管胞内表面, 螺纹加厚缺乏。早材管胞横切面为圆形、方形及多边形, 管胞平均弦径30.9 μm, 平均长度1980 μm, 径壁具缘纹孔1列, 极少成对, 圆形至卵圆形, 直径14~18 μm, 纹孔内口多呈纺锤形或透镜形, 外口圆形或卵圆形。晚材管胞横切面长方形或多边形, 长平均2200 μm, 径壁具缘纹孔1列, 圆形, 直径10~13 μm, 纹孔口透镜形, 管胞弦壁纹孔不明显。轴向薄壁组织不丰富, 呈散状或弦向带状, 细胞端壁节状加厚不明显。木射线单列, 宽10~14 μm, 高1~20个细胞, 28~360 μm, 每毫米5~10条, 射线管胞未见, 射线细胞椭圆形或长椭圆形, 稀圆形, 含少量树脂, 射线细胞水平壁薄, 纹孔未见, 射线细胞端壁节状加厚不明显, 多平滑, 凹痕有时可见。射线细胞与早材管胞间交叉纹孔式柏木型, 1~4个, 通常2个, 1~2横列。树脂道缺如。

### 3.2 孢粉组合(图3)

共获得孢粉823粒, 隶属23个科属。其中, 乔木占7.5%, 有松属(*Pinus*)、桦木属(*Betula*)、桤木属(*Alnus*)、胡桃属(*Juglans*)、椴树属(*Tilia*)、榆属(*Ulmus*)。灌木和草本占92.5%, 有蔷薇科(*Rosaceae*)、豆科(*Leguminosae*)、白刺属(*Nitraria*)、沙拐枣属(*Calligonum*)、胡颓子属(*Elaeagnus*)、麻黄属(*Ephedra*)、藜科(*Chenopodiaceae*)、菊科(*Compositae*)、蒿属(*Artemisia*)、禾本科(*Gramineae*)、藎草属(*Humulus*)、蓼属(*Polygonum*), 其中以蒿属(61.5%)和藜科(20.1%)为主。水生、沼生植物有香蒲(*Typha*)、黑三棱(*Sparganium*)、狐尾藻(*Myriophyllum*)、狸藻(*Utricularia*)。蕨类植物有中华卷柏(*Selaginella sinensis*)。

## 4 讨论

### 4.1 历史植被——温带疏林干草原

统万城城墙中所获得孢粉组成成分表明该城营建时, 周围地区植被组成的种类丰富, 以草本和灌木(92.5%)为主, 主要包括蒿属(61.5%)和藜科(20.1%), 伴有禾本科、藎草、菊科、蔷薇科、豆科、蓼属、白刺、沙拐枣属、胡颓子属、麻黄属、中华卷柏等, 同时还有松、桦木、桤木、胡桃、椴树、榆等乔木(7.5%)。

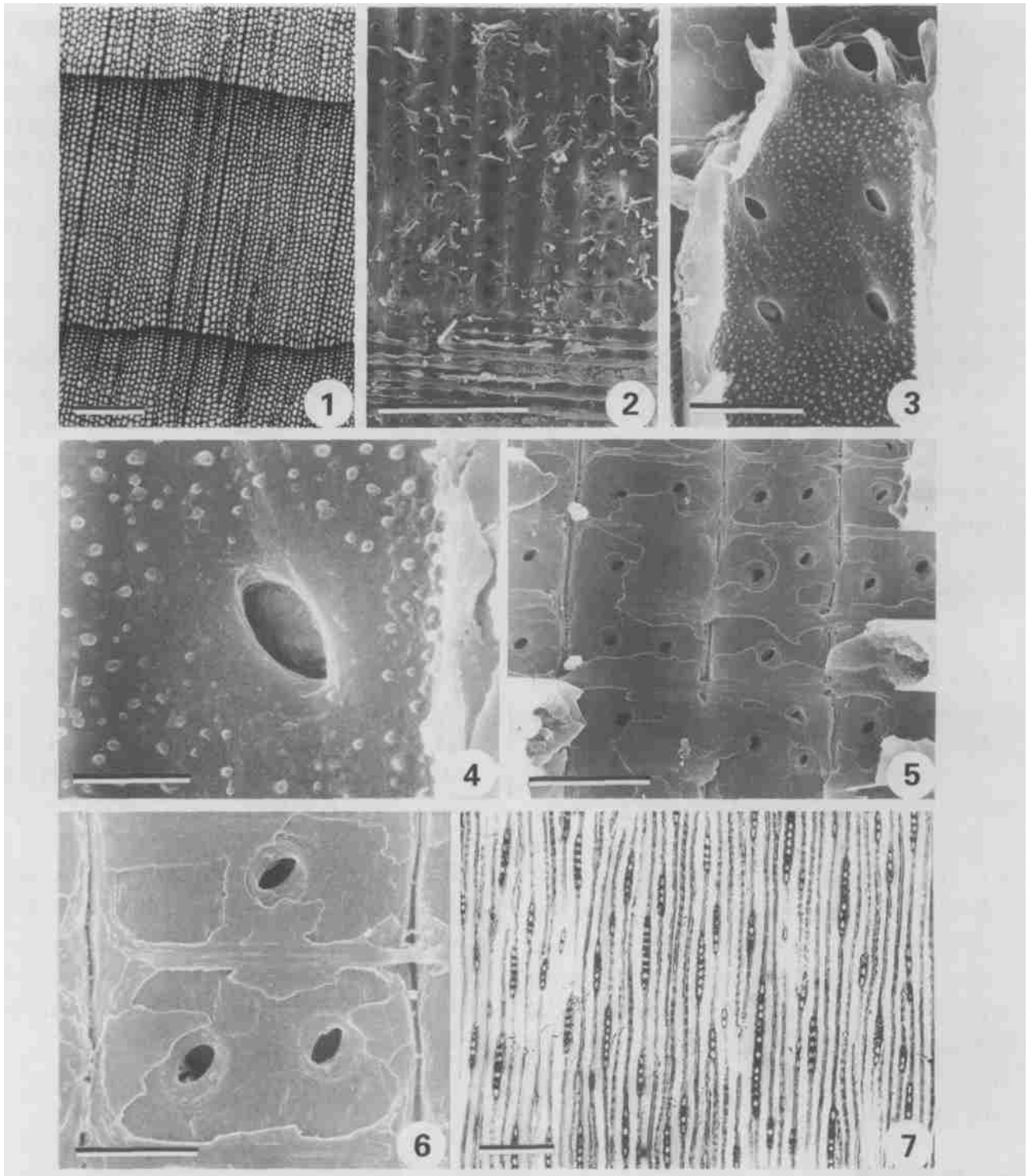


图 2 陕北统万城古城墙保存的原木结构

Fig. 2 Structures of logs preserved from ancient rampart of Tongwangcheng area in northern Shaanxi Province

1. 横切面, 示年轮, 标尺  $300\ \mu\text{m}$ 。
2. 径切面, 示具缘纹孔单列, 标尺  $100\ \mu\text{m}$ 。
3. 径切面, 示管胞内壁纹孔, 标尺  $12\ \mu\text{m}$ 。
4. 径切面, 示管胞内壁纹孔及瘤层, 标尺  $3\ \mu\text{m}$ 。
- 5 和 6 径切面, 示交叉场纹孔式柏木型 1~4 个纹孔, 5 的标尺  $27\ \mu\text{m}$ , 6 的标尺  $10\ \mu\text{m}$ 。
7. 弦切面, 示单列射线, 标尺  $150\ \mu\text{m}$  (1 和 7 为光镜照片, 2~6 为扫描电镜照片)

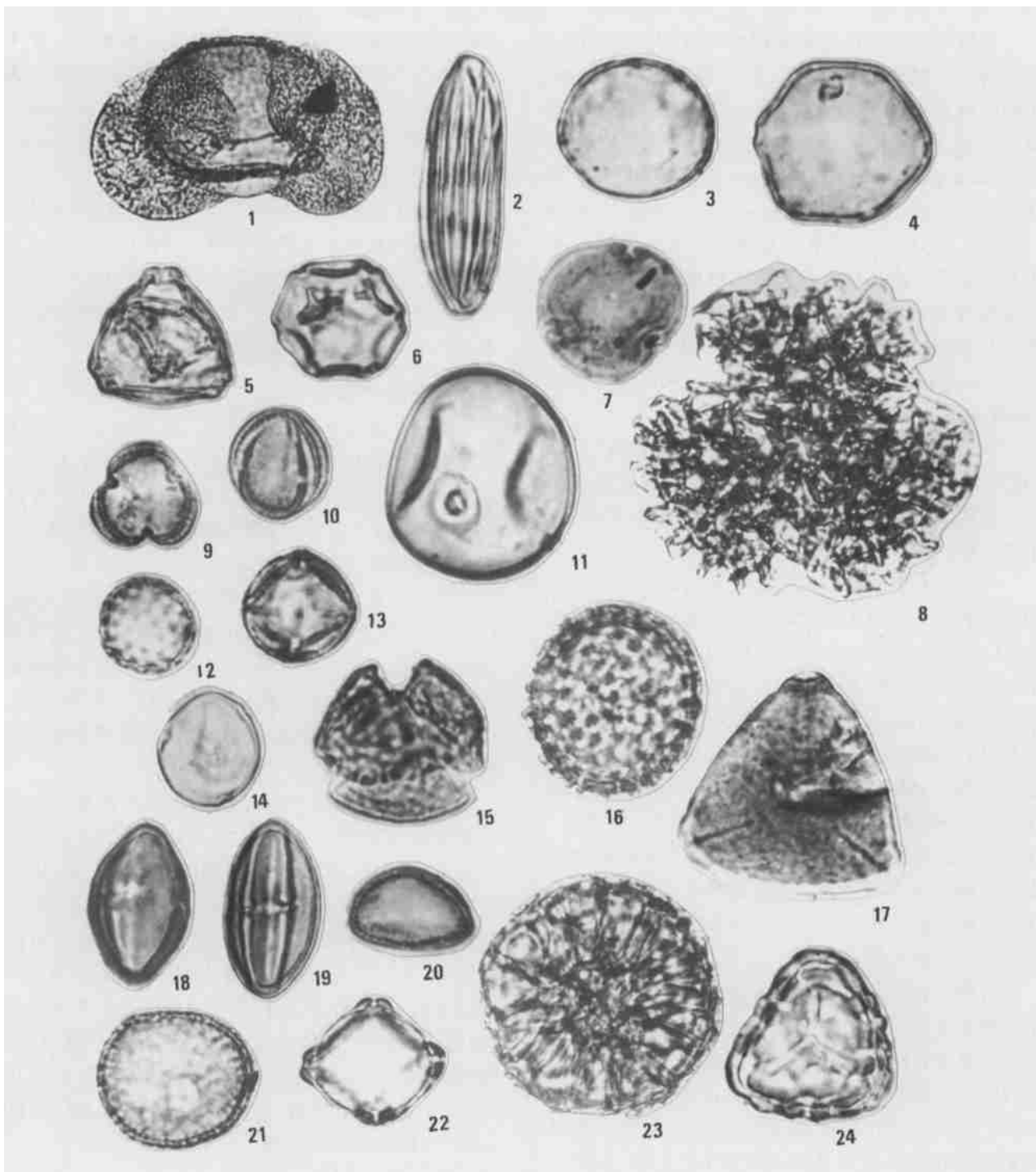


图3 陕北统万城东城墙和西城墙的孢粉类群

Fig 3 Sporo-pollen types of eastern wall and western wall of Tongwan cheng City in northern Shaanxi Province

1. 松属 (*Pinus*); 2. 麻黄 (*Ephedra*); 3. 榆属 (*Ulmus*); 4. 胡桃属 (*Juglans*); 5. 桦木属 (*Betula*); 6. 桤木属 (*Alnus*); 7. 椴树属 (*Tilia*); 8. 菊科 (*Compositae*); 9和10. 蒿属 (*Artemisia*); 11. 禾本科 (*Gramineae*); 12. 藜科 (*Chenopodiaceae*); 13. 蔷薇科 (*Rosaceae*); 14. 豨草 (*Humulus*); 15. 豆科 (*Leguminosae*); 16. 蓼属 (*Polygonum*); 17. 胡颓子属 (*Elaeagnus*); 18. 白刺属 (*Nitraria*); 19. 沙拐枣属 (*Calligonum*); 20. 香蒲 (*Typha*); 21. 黑三棱 (*Sparganium*); 22. 狐尾藻 (*Myriophyllum*); 23. 狸藻 (*Utricularia*); 24. 中华卷柏 (*Selaginella sinensis*) 以上放大倍数×820

统万城相邻地区的柳树湾(37°46'N, 108°50'E)位于靖边县城以北约25 km处, 该地区大约2000年前的植被除了有与统万城地区相同的藜科、蒿属、麻黄外, 还有酸刺(*Hippophae*), 龙胆科(*Gentianaceae*)、十字花科(*Brassicaceae*)、伞形科(*Umbelliferae*)、蓼科(*Polygonaceae*)等温带植物(黄赐璇, 1991); 位于毛乌素沙漠东南缘的陕西神木县何家梁、高家村、内蒙古乌审旗桃包三个地区的孢粉分析表明, 这些地区在1600~1500年前植被也以蒿属为主, 伴生有藜科、蓼属, 毛茛科(*Ranunculaceae*)、十字花科, 菊科, 麻黄属等植物(陈渭南等, 1993)。

据《魏书·食货志》\* 记载, 夏国灭亡后(公元433年, 即距今1570年), 统万城地区仍然是魏国的天然牧场, 畜牧马匹二百余万, 骆驼一百余万, 牛羊无数。

考古工作者对统万城遗址1号马面内贮存物品的研究表明, 当地人当时以种植高粱为主, 采集柠条(*Caragana korshinskii*)、沙打旺(*Astragalus adsurgens*)、沙柳(*Salix psamophila*)、沙蒿(*Artemisia desertorum*)等沙生植物作为柴草, 同时还利用杨(*Populus*)、侧柏(*Platycladus orientalis*)、松、冷杉(*Abies*)、榆、枣树(*Zizyphus*)和楸(*Catalpa*)等多种乔木作为建筑等用途(史念海, 1981; 陕西文物管理委员会, 1981)。植物学和考古研究的成果互相印证, 共同支持统万城建筑前后期间该地区除分布农田外, 还分布适量的乔木, 以及大量沙生灌木等。

另外, 在鄂尔多斯高原内发掘的匈奴和汉墓群中, 即使普通墓主的棺椁都用松柏原木制成, 这些原木也是取自附近森林, 不可能由远方运来(史念海, 1988)。鄂尔多斯高原的森林由战国时代(2300年前)至清代前期(距今300年)都相当繁盛, 南缘的无定河畔也属于森林分布地区(史念海, 1981)。近期对毛乌素沙区的调查表明, 伊金霍洛旗、乌审旗、鄂托克前旗和鄂托克旗境内一些水分条件较好的地方仍有大面积的灌木林天然分布, 林内树种组成有乌柳(*Salix microstachya*)、沙柳、酸刺(*Hippophae rhamnoides*), 林下是莎草科(*Cyperaceae*)、豆科、禾本科等多种牧草组成的植物群落。靖边县中南部自然植被一直完好保持到1860年, 在沟谷中榆和杨混生。高达20 m的小叶杨(*Populus si-*

*monii*)还残留到1983年。横山县、榆林市、神木县和府谷县等地在1983年前后仍然保存以松柏为主, 伴生有榆、小叶杨、山杏(*Prunus sibirica*)、河北杨(*Populus hobeiensis*), 文冠果(*Xanthoceras sorbifolia*)等树木的疏林(朱志诚, 1983)。

综合上述研究成果和资料, 我们可以恢复统万城地区当时植被为温带干草原, 局部区域存在大片森林。依据匈奴和汉墓群中(史念海, 1988)、城墙及马面内(陕西文物管理委员会, 1981)侧柏的存在, 表明侧柏是当地森林的主要树种之一。

## 4.2 历史气候分析

侧柏主要分布于我国华北、西北地区, 而黄土高原南部是侧柏分布区的多度中心(朱志诚, 1984)。侧柏林正常生长要求在年平均温度8℃以上、年降水量450 mm左右和年相对湿度55%以上, 以及较好的土壤条件。侧柏在土层贫瘠、岩石裸露和石灰岩性的地段也表现出极强的生存竞争能力(朱志诚, 1984)。在四至五世纪(1600年前)时, 位于我国东部季风边缘区的毛乌素地区有过百年短暂的相对暖湿期, 平均温度比现在高2℃~3℃(陈渭南等, 1993), 正值匈奴族后裔赫连勃勃在这一带发展的时期。

对城墙土中22个种子植物科属的花粉进行共存分析的结果(图4)表明, 统万城地区当时的年均温为7.8℃~9.3℃, 最热月均温23.0℃~24.9℃, 最冷月均温-12.0℃~-5.6℃, 年较差28.5℃~38.2℃, 年降水量403.4~550.0 mm, 最大月降水量83.8~123.9 mm, 最小月降水量为4.4~12.2 mm。这些气候参数与现今该地区年平均气温7.6℃~8.6℃, 年降水量350~440 mm(雷明德, 1999)相比, 表明当时当地年均温比现今高出0.2℃~0.7℃, 年降水量比现今高出60~100 mm, 气候相对温暖湿润。

## 4.3 历史自然景观

公元五世纪, 夏国地处黄河西岸, 湖泊河流众多, 统万城西部地区是古湖泊集中的区域(侯甬坚等, 2001)。古都统万城位于纳林河以南, 无定河北岸的塬台高地上, 背靠吴契山, 西邻奢延泽; 无定河及上游红柳河流域的河床宽广, 渠叉交错。统万

\* 马乐斌主编, 2002. 统万城历史文献选注, 66(内部)

城由 10 万人历时 5 年筑成, 其后城内军民也有 4 万人(邓辉等, 2001), 最多时可达 7 万人(侯甬坚等, 2001), 还有数百万牲畜(王尚义和董靖保, 2001), 可见当时城内水源充足, 能够充分满足人畜用水。城外水丰草美, 除农田外, 沟谷、河岸边生长椴、桤木、榆、胡桃、杨、柳等喜温湿的乔木, 林下是中生和湿生草本群落, 河流、湖泊、沼泽中水生植

物繁盛, 在河湖干涸的丘间低洼处或盐碱性的土壤上分布着蒿属、藜科、菊科、麻黄属、蓼属、禾本科、白刺属、十字花科、毛茛科、蔷薇科、豆科、伞形科、龙胆科、胡颓子科等灌木和草本植物。所有这些植被共同构成一个温带干草原的景观, 当然, 在塬面或山丘上还分布有松柏林(史念海, 1988)。

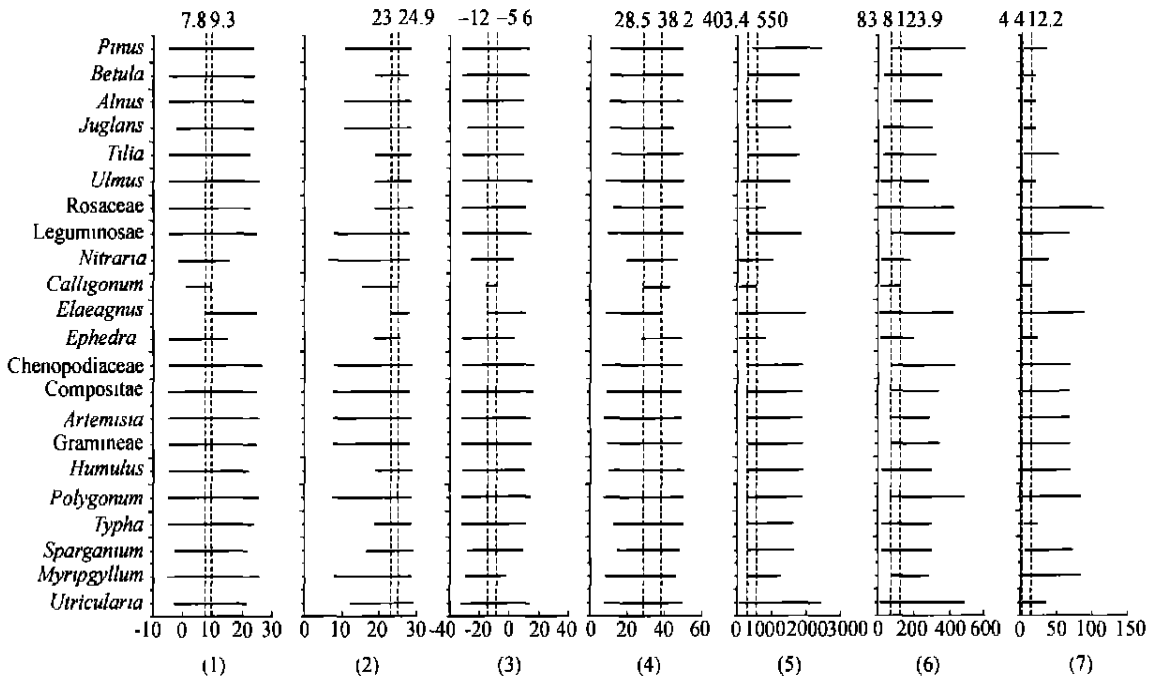


图4 统万城地区 22 个种子植物类群分布区的气候参数共存区间

Fig 4 Climate data of the coexistence area of 22 species of seed plants in Tongwancheng area

(1) 一年均温/°C; (2) 一最热月均温/°C; (3) 一最冷月均温/°C;

(4) 一年温差/°C; (5) 一年均降水量/mm; (6) 一最大月降水量/mm; (7) 一最小月降水量/mm

如今, 统万城所在地区的草原极度退化, 湖泊沼泽大面积干枯, 植物种类趋于单调, 仅残存稀疏的次生灌丛和草本群落, 形成了流沙遍地的荒漠景观。多数学者认为北魏时期(公元 386~534 年)宁夏灵武市和统万城一线以北为沙漠(邓辉等, 2001)。而统万城在建城之初, 其邻近地区应是草地连绵, 河流纵横的景观, 绝不是今天所看到的流沙遍地的情形(侯仁之, 1973; 邓辉等, 2001)。而统万城地区生态环境的显著恶化, 被认为发生在统万城建成后约 400 多年的唐代(侯仁之, 1973; 王尚义和董靖保, 2001; 邓辉等, 2001), 至公元 994 年已被弃为废城(侯仁之, 1973), 其周围已是茫茫沙漠的环境了(王尚义和董靖保, 2001)。现在靖边及周围市县土

地的沙漠化均在 80% 以上(刘彦随和 Jay, 2002), 昔日辉煌的统万城已经湮没在茫茫沙漠之中。毛乌素沙漠已经跨过靖边县城到达长城沿线一带, 形成“茫茫黄沙, 不产五谷”的景象(王尚义和董靖保, 2001)。而侧柏林和森林草原也已退缩至延安以南地区(雷明德, 1999; 刘彦随和 Jay, 2002)。因此, 在公元四至五世纪之后的近 1600 年里, 毛乌素沙漠不断扩大分布范围, 其南界推进了大约 200 km。如果以 1600 年的时间计算, 沙漠以平均每年 125 m 的速率向南推进。根据 1977 年卫星照片和 20 世纪 50 年代航空照片与编制的地图对照, 发现二十几年中毛乌素沙漠向南和东南推移了 3~10 km 以上(史念海, 1988)。而采用遥感与 GIS 技术

发现仅在 1985~1998 年的 13 年时间里,靖边县新城附近的沙漠前缘向南推进 10 km,榆林市和横山县之间的黄土丘陵区已成为沙漠化最活跃和极重度地区,沙漠化土地向东南扩展了约 40 km(刘彦随和 Jay, 2002)。所有这些数据表明,近期沙漠扩大的速率远比每年 125 m 高,沙漠化的程度和危害正在急剧增加。

本研究承蒙寇香玉、程业明二位博士生帮助采集实验材料,作者深表谢意。

### 参 考 文 献

- 北京气象中心资料室. 1984. 1951~1980 中国地面气候资料(第六册)——西北区. 北京: 气象出版社, 4~6, 126~128
- 陈渭南, 高尚玉, 邵亚军, 张会玲. 1993. 毛乌素沙地全新世孢粉组合与气候变迁. 中国历史地理论丛, (1): 39~54
- 邓辉, 夏正楷, 王耀瑜. 2001. 从统万城的兴废看人类活动对生态环境脆弱地区的影响. 中国历史地理论丛, 16(2): 104~113
- 冯增昭. 2003. 我国古地理学的形成、发展、问题和共识. 古地理学报, 5(2): 129~141
- 侯仁之. 1973. 从红柳河上的古城废墟看毛乌素沙漠的变迁. 文物, (1): 35~41
- 侯勇坚, 周杰, 王燕新. 2001. 北魏(386~534AD)鄂尔多斯高原的自然—人文景观. 中国沙漠, 21(2): 188~194
- 黄赐璇. 1991. 毛乌素沙地南缘全新世自然环境. 地理研究, 10(2): 52~59
- 雷明德主编. 1999. 陕西植物志. 北京: 科学出版社, 454
- 刘彦随, Jay G. 2002. 陕北长城沿线地区土地退化态势分析. 地理学报, 57(4): 443~450
- 牛俊杰, 赵淑贞. 2000. 关于历史时期鄂尔多斯高原沙漠化问题. 中国沙漠, 20(1): 67~70
- 陕西文物管理委员会. 1981. 统万城城址勘测记. 考古, (3): 225~232
- 史念海. 1981. 历史时期黄河中游的森林. 见: 史念海编. 河山集(二集). 北京: 三联出版社, 232~313
- 史念海. 1988. 两千三百年来鄂尔多斯高原和河套平原农林牧地区的分布及变迁. 见: 史念海编. 河山集(三集). 北京: 人民出版社, 82~107
- 王伏雄, 钱南芬, 张玉龙, 杨惠秋. 1995. 中国植物花粉形态. 北京: 科学出版社, 1~446
- 王尚义, 董请保. 2001. 统万城的兴废与毛乌素沙地之变迁. 地理研究, 20(3): 347~353
- 朱志诚. 1983. 陕北黄土高原上森林草原的范围. 植物生态学与地植物学丛刊, 7(2): 122~131
- 朱志诚. 1984. 秦岭北坡及陕北黄土高原区侧柏林的初步研究. 植物生态学与地植物学丛刊, 8(4): 279~293
- sporopollen combination and climatic changes of Mu Us Desert during Holocene. Collections of Essays on Chinese Historical Geography, (1): 39~54 (in Chinese)
- Compiled by Information Department of Beijing Meteorological Center. 1984. Land Climate Data of China (VI) (1951~1980). Beijing: Meteorology Press, 4~6, 126~128 (in Chinese)
- CPAM of Shaanxi Province. 1981. Survey of the ruins of Tongwancheng city. Archaeology, (3): 225~232 (in Chinese)
- Deng Hui, Xia Zhengkai and Wang Fengyu. 2001. Human activities' influence on the areas of weak ecological environment in terms of the rise and fall of Tongwan City. Collections of Essays on Chinese Historical Geography, 16(2): 104~113 (in Chinese)
- Feng Zengzhao. 2003. Origin, development problems and common viewpoint of palaeogeography of China. Journal of Palaeogeography, 5(2): 129~141 (in Chinese with English abstract)
- Hou Renzhi. 1973. The records of Mu Us Desert evolution from the ruined cities along Hongliu River. Cultural Relics, (1): 35~41 (in Chinese)
- Hou Yongjian, Zhou Jie and Wang Yanxin. 2001. The natural and humane landscape in the Ordos Plateau during the Bei Wei Dynasty (386~534AD). Journal of Desert Research, 21(2): 188~194 (in Chinese with English abstract)
- Huang Cixuan. 1991. The changes of the physical environment of the southern Mu Us Sandy Land during Holocene. Geographical Research, 10(2): 52~59 (in Chinese with English abstract)
- Lei Mingde (ed). 1999. Vegetation in Shaanxi China. Beijing: Science Press, 454 (in Chinese)
- Liu Yansui and Jay G. 2002. Trend analysis of land degradation in the zone along the Great Wall in Northern Shaanxi. Acta Geographica Sinica, 57(4): 443~450 (in Chinese with English abstract)
- Moshugger V and Utescher T. 1997. The coexistence approach—a method for quantitative reconstructions of Tertiary terrestrial palaeoclimate data using plant fossils. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 134: 61~86
- Niu Junjie and Zhao Shuzhen. 2000. Origin of desertification on Ordos Plateau in historic time. Journal of Desert Research, 20(1): 67~70 (in Chinese with English abstract)
- Shi Nianhai. 1981. The forests in the middle reaches of Yellow River during the historical periods. In: Shi Nianhai (ed). River and Mountain Collection (II). Beijing: San Lian Press, 232~313 (in Chinese)
- Shi Nianhai. 1988. The distribution and evolution of agriculture and animal husbandary in Ordos Plateau and Hetao Plain during the past 2300a. In: Shi Nianhai (ed). River and Mountain Collection (III). Beijing: People Press, 82~107 (in Chinese)
- Wang Fuxiong, Qian Nanfen, Zhang Yulong and Yang Huiqiu. 1995. Pollen Flora of China. Beijing: Science Press, 1~446 (in Chinese)
- Wang Shangyi and Dong Jinghao. 2001. The rise and fall of Tongwan City with the environmental change of Mu Us Sandy Land. Geographical Research, 20(3): 347~353 (in Chinese with English ab-

### References



stract)

Zhu Zhicheng. 1983. The range of forest-steppes zone on the loess plateau of northern part in Shaanxi Province. *Acta Phytocologica Geobotanica Sinica* 7(2): 122~131 (in Chinese with English abstract)

Zhu Zhicheng. 1984. A preliminary studies on the *Platycladus orientalis* forests in the Qinling Mountain and the loess plateau of Northern Shaanxi Province. *Acta Phytocologica Geobotanica Sinica*, 8(4): 279~293 (in Chinese with English abstract)

(责任编辑 王海华)

## 《石油科学》(英文版) *Petroleum Science* 正式创刊

《石油科学》(英文版) *Petroleum Science* 是目前中国唯一的一份英文版石油综合性学术期刊。经过五年的试刊, 今年上半年经国家科技部批准正式创刊, 刊号 CN 11-4995/TE, 季刊, 国内外公开发行人。正式创刊后的第一期于 2004 年 1 月出版。

*Petroleum Science* 由石油大学主办, 中国石油天然气集团公司(CNPC)科技发展部、中国海洋石油总公司(CNOOC)研究中心、中国石油天然气集团公司(CNPC)勘探开发研究院和中国石化集团公司(Sinopec)勘探开发研究院联合协办。编辑委员会名誉主任王涛, 主任张一伟教授, 编辑部主任庞雄奇教授。

*Petroleum Science* 办刊宗旨在于向国外介绍中国石油界最新的学术、科研成果, 广泛开展国际间的学术交流, 促进中国石油科学技术的发展。主要刊登反映中国石油科学技术领域高水平科研成果的科技论文。其专业内容包括石油勘探与开发、石油储运工程、石油炼制与化工、石油机械工程、油田化学、石油工业经济管理与营销以及与石油工业有关的各个学科。国内外石油科技研究人员均可为本刊投稿。本刊免收版面费, 按规定支付作者稿酬。

来稿请用英文撰写, 内容应包括下列要素: 论文题目; 作者姓名; 作者单位(通讯地址, 电话, e-mail); 摘要; 关键词; (以上内容均需附相应中文) 论文正文; 参考文献; 第一作者照片及简介。如有可能, 请附中文稿。

本刊面向国内外从事石油科学研究、技术应用的石油科技工作者和管理人员。欢迎国内外与石油相关的大学、图书馆、实验室和科研院所、石油学术机构、石油公司及技术服务公司等单位和个人订阅。

石油科学编辑部电话: 010-82370092

通讯地址: 北京海淀区学院路 20 号 902 信箱石油科学编辑部, 100083

E-mail: psj@bjpau.edu.cn