

- 2 Mo K C, White G N. Teleconnections in the Southern Hemisphere. *Mon Wea Rev*, 1985, 113: 22 ~ 37
- 3 Mo K C. Quasi-stationary states in the Southern Hemisphere. *Mon Wea Rev*, 1986, 114: 808 ~ 823
- 4 Kidson J W. Eigenvector analysis of monthly mean surface data. *Mon Wea Rev*, 1975, 103: 182 ~ 186
- 5 Rogers J R, van Loon H. Spatial variability of sea level pressure and 500 mb height anomalies over the Southern Hemisphere. *Mon Wea Rev*, 1982, 110: 1 375 ~ 1 392
- 6 Schneider E K, Kinter J L. An examination of internally generated variability in long climate simulations. *Climate Dynamics*, 1994, 10: 181 ~ 204
- 7 Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al. The NCEP/ NCAR 40-year reanalysis project. *Bull Amer Meteor Soc*, 1996, 77 (3): 437 ~ 471
- 8 Chelliah M. An assessment of the monthly mean atmospheric field from the NMC/ NCAR reanalysis project. *Proc of 19th Annual Climate Diagnostics Workshop*, College Park: MD, 1994. 230 ~ 233
- 9 Schwerdtfeger W. Annual and semi-annual changes of atmospheric mass over Antarctica. *J Geophys Res*, 1967, 72 (14): 3 543 ~ 3 547
- 10 Hurrell J W, van Loon H. A modulation of the atmospheric annual cycle in the Southern Hemisphere. *Tellus*, 1994, 46A: 325 ~ 338
- 11 Cullather R I, Bromwich D H. Interannual variations in Antarctic precipitation related to El Niño-Southern Oscillation. *J Geophys Res*, 1996, 101(D14): 19 109 ~ 19 118
- 12 Schwerdtfeger W 著. 贾朋群, 卞林根, 张永萍, 译. 南极的天气与气候. 北京: 气象出版社, 1989. 1 ~ 363
- 13 Ye H, Mather J R. Polar snow cover changes and global warming. *International J Climatol*, 1997, 17: 155 ~ 162
- 14 解思梅, 包澄澜, 薛振和, 等. 南方海洋涛动. *科学通报*, 1995, 40(18): 1 679 ~ 1 681

(1997-03-28 收稿, 1997-07-10 收修改稿)

临夏地区 30.6 ~ 5.0 Ma 红层孢粉植物群与气候演化记录

马玉贞 李吉均 方小敏

(兰州大学地理科学系, 兰州 730000)

摘要 对临夏盆地毛沟第三纪(30.6 ~ 5.0 Ma)红层剖面进行了系统而密集地孢粉样品采集与室内分析, 获得丰富的孢粉化石, 划分出7个孢粉组合带和4个植被与气候演化阶段. 阶段A(30.6 ~ 21.8 Ma)为疏(森)林—草原植被(带), 阶段B(21.8 ~ 8.5 Ma)为森林(带 ~), 阶段C(8.5 ~ 6.0 Ma)为草原(带), 阶段D(6.0 ~ 5.0 Ma)为森林(带). 在此期间发生过几次重大气候事件: 1次降温期(18.6 ~ 13.0 Ma), 3次温暖湿润期(21.8 ~ 16.8 Ma, 13.0 ~ 8.5 Ma 和 6.0 ~ 5.0 Ma)和1次旱化事件(8.5 ~ 6.0 Ma).

关键词 孢粉组合 植被演化 气候记录 第三纪红层 青藏高原

位于青藏高原东北缘的临夏盆地(地理坐标 102°30' ~ 104°E, 35°10' ~ 35°51' N)内第三纪红层极为发育. 经本课题组对区内毛沟等典型红层剖面进行系统的古地磁与裂变径迹测年研究, 该区红层时代为 30.6 ~ 4.0 Ma, 属渐新统上部至上新统, 且为一连续沉积剖面^[1, 2].

毛沟剖面是本区第三纪红层的代表性剖面, 为一套河湖相红色碎屑岩夹泥岩建造, 地层产状水平, 总厚度 443 m. 在此剖面自下而上 392 m 厚的层段中较密集而系统地采集孢粉样品

300 多个(顶部 51 m 厚的层段未能采样),采样间距大部分为 1 m,个别部位为 2 m. 经对该剖面进行系统的古地磁和石膏的裂变径迹测年研究,孢粉样品分布层位的时代为 30.6 ~ 5.0 Ma. 所有样品均获得化石孢粉,其中 70% 以上样品的孢粉数量达到统计标准,共鉴定出 39 科 54 属植物孢粉. 这是目前本区样品分布密度大而分辨率较高并配合有系统测年资料的一条时代跨度长且连续沉积的第三纪孢粉剖面资料,从第三纪红层孢粉研究的角度看,国内外同类报道均少见. 现将此项研究结果概要报道如下.

1 孢粉组合特征和古植被与古气候演变记录

经统计并依据剖面中针叶树、温带、暖温带阔叶树、热带、亚热带阔叶树和草本植物之间的比例关系,结合孢粉浓度和孢粉图谱特征,在毛沟红层剖面中自下(早)而上(晚)划分出 4 个大的植被与气候演化阶段,包括 7 个孢粉组合带(图 1).

阶段 A(带) 30.60 ~ 21.80 Ma 疏(森)林-草原植被 孢粉组合中草本植物占优势,主要由藜粉属(*Chenopodiipollis*)、蓼科(*Polygonaceae*)和菊科(*Compositae*)组成,含有一定量的禾本科(*Gramineae*)和百合科(*Liliaceae*);针叶树和温带、暖温带阔叶树次之,主要由栎粉属(*Quercoidites*)、桦粉属(*Betulaepollenites*)、蕁粉属(*Fraxinoipollenites*)、柏科(*Cupressaceae*)和红豆杉属(*Taxus*)组成,零星分布有柳粉属(*Salixipollenites*)、胡桃粉属(*Juglanspollenites*)、榆粉属(*Ulmipollenites*)和槭粉属(*Aceripollenites*)等;含有一定量的热带、亚热带植物,主要为楝粉属(*Meliaceoidites*)、栗粉属(*Cupuliferoipollenites*)、芸香粉属(*Rutaceoipollenites*)及枫杨粉属(*Pterocaryapollenites*)等. 孢粉组合反映出此阶段(A)总体上为疏(森)林-草原植被类型,气候干旱.

阶段 B(带 ~) 21.80 ~ 8.50 Ma 森林植被阶段 这一阶段乔木发育、森林茂盛,但结构成分不同,气候环境也有较显著的变化. 此阶段包括 4 个孢粉组合大带:

带 (约 21.8 ~ 19.5 Ma):孢粉组合中针叶树占优势,主要由柏科、红豆杉属和刺柏属(*Juniperus*)组成,其他还有双束松粉属(*Pinuspollenites*)和拟落叶松粉属(*Laricooidites*). 还含一定量的温带、暖温带阔叶树、草本植物及热带、亚热带阔叶树,主要由栎粉属、桦粉属、蕁粉属、芸香粉属、漆粉属(*Rhoipites*)和藜粉属组成. 此带总体表现为在较温暖湿润环境下生长的针叶林植被.

带 (约 19.5 ~ 18.6 Ma):孢粉组合中针叶树略占优势,次为温带、暖温带阔叶树,含一定量的草本植物及热带和亚热带分子. 植物种类较丰富,主要由柏科、红豆杉属、栎粉属、桦粉属、胡桃粉属、榆粉属、柳粉属、漆粉属、藜粉属和蓼科组成,其他还有刺柏属、山核桃粉属(*Caryapollenites*)、枫杨粉属、枫香粉属(*Liquidambarpollenites*)、木兰粉属(*Magnoliipollis*)、冬青粉属(*Ilexpollenites*)、菊科、禾本科和毛茛科(*Ranunculaceae*)等. 植被类型为暖湿气候条件下发育的针阔叶混交林.

带 (约 18.6 ~ 13.0 Ma):孢粉组合中针叶树占绝对优势,主要由柏科、刺柏属和红豆杉属组成,其他还有双束松粉属、拟落叶松粉属、云杉粉属(*Piceapollenites*)和冷杉粉属(*Abiespollenites*);含有一定量的温带、暖温带阔叶树和草本植物,如栎粉属、桦粉属、柳粉属、藜粉属和蒿粉属(*Artemisiaepollenites*)等. 热带、亚热带分子基本消失. 植被类型为针叶林. 这是一次历时较长的降温期,且降温幅度较大.

带 (约 13.0 ~ 8.5 Ma):孢粉组合中针叶树略占优势,温带、暖温带阔叶树次之,草本植

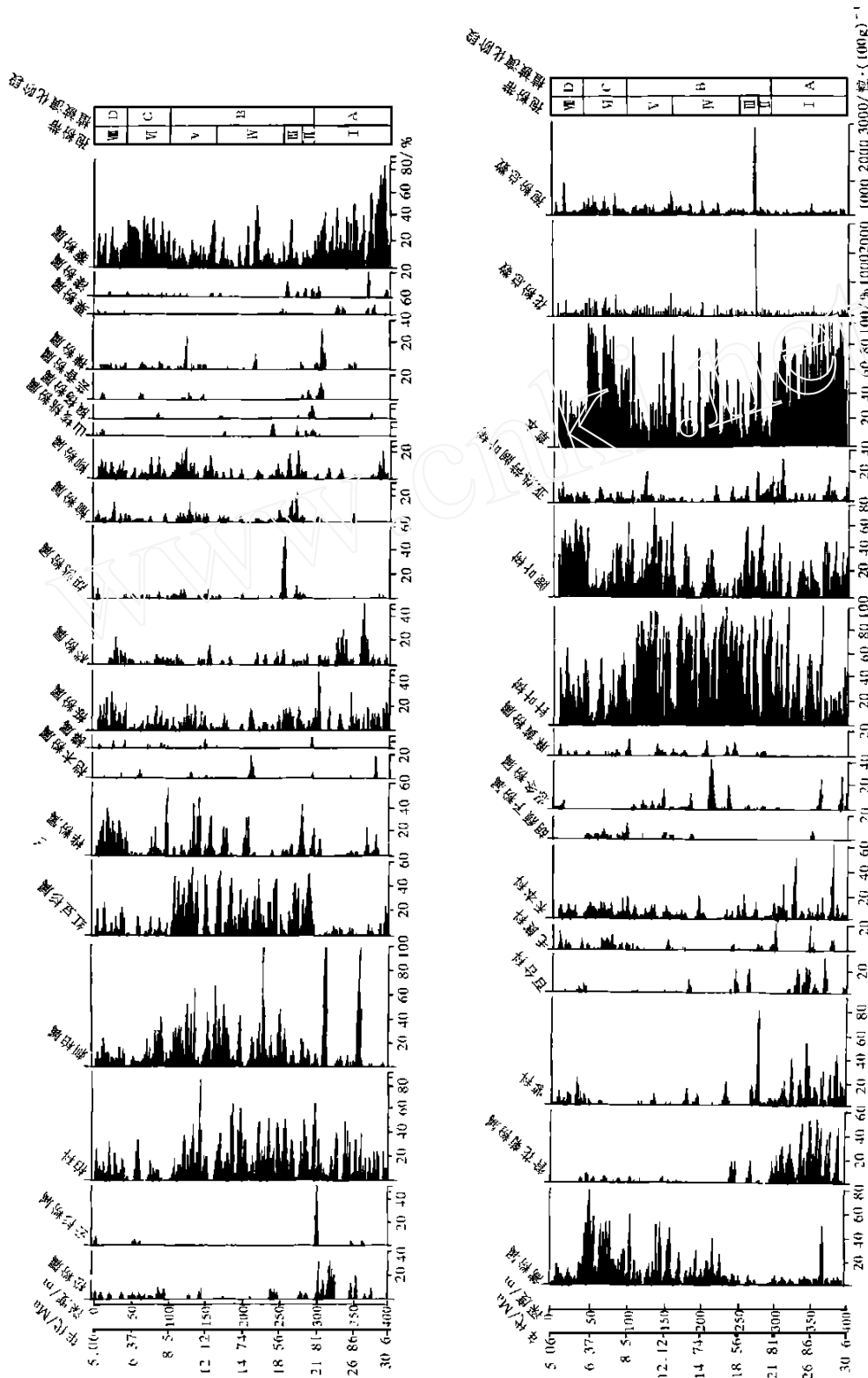


图1 临夏毛沟第三纪红层剖面孢粉图式

物含量较前带略有上升,并零星出现热带、亚热带植物。组合主要由柏科、红豆杉属、刺柏属、栎粉属、桦粉属、*槭粉属*、藜粉属和蒿粉属组成,含有少量的双束松粉属、胡桃粉属、榆粉属、桉木粉属(*Alnipollenites*)、槭粉属、椴粉属(*Tiliaepollenites*)、毛茛科、蓼科及灌木胡颓子粉属(*Elaeagnacites*)和忍冬粉属(*Lonicera pollis*)等。植被类型为在较温暖湿润环境中发育的针阔混交林。

阶段C(带) 8.5~6.0 Ma 草原植被阶段 孢粉组合中草本,特别是旱生、半旱生草本含量大增,为优势分子,含一定量的温带、暖温带阔叶树。主要由藜粉属、蒿粉属和禾本科组成。伴生分子为菊科、毛茛科及十字花科(*Cruciferae*)、伞形科(*Umbelliferae*)、蓼科、桦粉属、栎粉属、柳粉属、*槭粉属*、柏科、杉科和刺柏属等。植被类型为干旱环境中生长的干草原。

阶段D(带) 6.0~5.0 Ma 森林植被阶段 组合中温带、暖温带阔叶树占优势,主要由桦粉属、栎粉属、柳粉属、*槭粉属*、榆粉属、柏科、杉科、刺柏属、蒿粉属、藜粉属和禾本科组成,含有一定量的胡桃粉属、山毛榉(*Fagus pollenites*)、胡颓子粉属和百合科。为温暖湿润环境中以阔叶树为主的针阔混交林植被。

2 认识与讨论

2.1 总体演化趋势

本区 30.6~5.0 Ma 期间的植被经历了疏(森)林-草原(阶段 A:30.6~21.8 Ma)、森林(阶段 B:21.8~8.5 Ma)、草原(阶段 C:8.5~6.0 Ma)和森林(阶段 D:6.0~5.0 Ma)四大演化阶段,但各阶段的持续时间相差很大。从总体上看,热带和喜暖分子持续不断地减少,早期(18.6 Ma 之前)暖温带分子栎的含量明显高于温带分子桦,中后期(18.6~6.0 Ma)二者含量基本相等,且温带分子柳的含量增高,6.0 Ma 之后,桦的含量明显高于栎,而且随着寒冷和干旱气候的一次次增强,草本植物不断发展和蔓延。上述总体特征表明,这一期间气候演变的总趋势为变冷变干。这一期间演变总趋势与全球许多地区的资料相吻合^[3]。

2.2 重大气候事件的发现

植被演化特征表明,在 30.6~5.0 Ma 期间发生过几次重大气候事件:1 次降温期,时间为 18.6~13.0 Ma;3 次温暖湿润期,时间分别为 19.5~18.6,13.0~8.5 和 6.0~5.0 Ma,其中 19.5~18.6 Ma 期间为最温暖湿润期;1 次旱化事件,时间为 8.5~6.0 Ma 期间。

以上是该剖面孢粉组合所反映出的植被与气候(环境)演化的基本特征,有关孢粉组合的进一步划分与详细资料及其生物地层学意义拟另文讨论。

致谢 本工作为“八五”国家攀登计划资助项目。

参 考 文 献

- 1 李吉均,方小敏,朱俊杰,等. 临夏盆地新生代地层古地磁年代与模式序列. 青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究(1994). 北京:科学出版社,1995. 41~53
- 2 陈怀录,方小敏,李吉均,等. 临夏盆地石膏裂变迹年龄的测定及形成时代探讨. 青藏高原形成演化、环境变迁与生态系统研究(1994). 北京:科学出版社,1995. 73~76
- 3 Zubakov V A, Borzenkova I I. Global Palaeoclimate of the Late Cenozoic. Amsterdam-New York-Oxford-Tokyo: Elsevier, 1990. 319~348

(1997-03-13 收稿,1997-06-28 收修改稿)