

·学科进展与展望·

# 中国黄土:最近 250 万年地球气候与环境变化的记录者

鹿化煜<sup>1</sup> 王骊萌<sup>2</sup>

(1 中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪国家重点实验室,西安 710075;

2 陕西省科技宣传中心,西安 710054)

**[摘要]** 经过几代中国第四纪环境研究者的努力,已经认识到,中国黄土堆积是过去 250 万年以来连续的风成沉积物,黄土堆积序列中的粒度、磁化率、碳同位素、生物化石等可以作为古气候与古环境变化的良好替代性指标,中国黄土堆积中包含着最近 250 万年以来东亚季风气候与黄土高原植被变化过程等信息。中国黄土已经成为认识第四纪地球气候与环境变化的三个重要信息载体之一。对黄土记录的深入研究,将对理解地球系统变化的规律与机制、为黄土高原以及中国西北地区的生态环境建设提供科学依据。

**[关键词]** 中国黄土,第四纪,地球气候与环境,记录

2004 年 2 月 20 日,中国科学院第四纪环境与黄土研究专家刘东生院士荣获 2003 年度国家最高科学技术奖。这一消息,令从事第四纪环境与黄土研究的学者们倍感振奋。

刘东生先生的突出贡献之一是把黄土堆积变成一个巨大的科学宝库,使中国的黄土学研究在国际上处于领先地位。他长期致力于黄土研究,开辟了中国黄土与古全球变化研究的领域,使黄土成为与深海记录和极地冰芯并列的三大第四纪全球性古环境记录。2002 年,他获得了国际环境科学的最高奖——泰勒环境成就奖。这是中国大陆学者在这一领域获得的最高科学奖。

刘东生先生是中国科学院西安黄土与第四地质研究室(现为中国科学院地球环境研究所)的创始人之一,他及其学生在陕西洛川、渭南和宝鸡以及甘肃西峰等地区的工作已经成为国际黄土与古气候变化研究的标准。

## 1 黄土分布在哪些地方?

在我国北方和西北地区覆盖着 40 多万 km<sup>2</sup> 的黄土,分布于黄河中上游黄土高原区的典型黄土有

27 万 km<sup>2</sup>,堆积厚度一般为 100—200m,个别地方的黄土堆积厚度超过 400m,是世界上最大的黄土分布区。除此之外,在一些沙漠和沙地的外围地区也分布着第四纪黄土沉积,比如,在塔克拉玛干沙漠南缘的黄土厚度有 80m 左右;在天山地区的黄土堆积有 60—70m 厚;在东北的科尔沁沙地东南部黄土堆积的厚度超过 60m。

人类的历史相对于地球环境的历史是很短暂的,尤其是科学观测记录的环境历史就更短(有仪器观测的历史只有数百年)。因此,我们要了解以前的地球环境变化过程,就要从地球的自然记录中寻找答案。中国的黄土堆积就像一本历史书,记录着过去数百万年中国北方乃至地球气候与环境变化的丰富信息。

## 2 黄土物质从哪里来? 年龄是多少?

环境地质学的研究表明,黄土是由地表的岩石经热胀冷缩、河流冲刷、冰川研磨等应力作用,变成细小的矿物颗粒,一般粒径为几十个微米大小。这些细小颗粒被风从中国北方和西北地区的沙漠或沙地搬运沉降下来的。

本文于 2004 年 5 月 24 日收到。

科研人员通过多种方法可以得到各个黄土层位的年龄。其中,通过古地磁学方法的测试,认为黄土从250万年前就开始堆积了<sup>[1,2]</sup>。在黄土堆积之下,还有一套颜色偏红,颗粒偏细的堆积物,叫“红粘土”。它也是风搬运过来的,最早可以达到2200万年前<sup>[3]</sup>。

### 3 黄土堆积是如何记录古气候与古环境变化的?

大家知道,黄土是风力从远处搬来的粉尘堆积,风力较强时,搬运沉积下来的沙尘颗粒较粗;风力较弱时,搬运沉积下来的沙尘颗粒较细。科研人员沿着黄土剖面连续采样,通过激光粒度仪等高精度仪器,可以测出黄土样品之间微米级的变化,就可以知道不同时期风力变化规律和特征。

同样,不同的植物种类其碳同位素的比值是有变化的。植物死后分解的大分子化合物保存在黄土沉积中,科研人员通过在实验室进行高密度的单体大分子化合物的提纯,测量提取物的碳同位素比值,从而知道不同时期采样点的天然植被的变化过程。

黄土剖面颜色的变化也指示了气候的变化。黄土堆积中的灰黄色的黄土层和褐红色的土壤层记录着黄土高原干燥寒冷与温暖湿润的气候变化历史,它与东亚季风气候变化密切相关<sup>[4]</sup>。在黄土层堆积的时候,黄土高原的气候相对干燥和寒冷,可能相当于现在的蒙古地区,当时的西北风较强,沙尘暴频率大,粉尘颗粒粗,地表植被相对稀少。在土壤发育的时期,黄土高原的气候相对温暖而湿润,可能相当于现在的长江以南地区的气候,当时的西北风风力较弱,沙尘暴频率小,粉尘颗粒细,地表植被相对茂盛。较为典型的130多米陕西洛川黄土堆积就记录着最近250万年环境与气候变化的信息。

### 4 我们从黄土记录中得到了地球气候与环境变化的哪些信息?

中国黄土堆积记录的这些万年级的气候与环境变化,与全球的气候与环境的变化是同步的,并且,存在一定的周期性特征<sup>[5]</sup>。在黄土层发育的时候,地球相对寒冷,北半球大量的降水固结成冰而使陆地上的冰盖大大扩展,由于地球的水以固体的形式存在而使海面下降,在距今18000年的时候,上海沿海海面下降大约100多米,上海成为距海岸线近千里的“内陆城市”;反之,在土壤层发育的时候,地球相对温暖,北半球固结的大量的冰融化而使陆地

上的冰盖缩小,由于地球的水返回海洋而使海面上升,在距今6000年的时候,上海沿海海面可能比现在高出1—2m,上海许多地方被淹没。

另外,地球表层地貌等的变化也可以记录在黄土堆积中。比如,由于青藏高原的强烈隆升,阻挡了来自印度洋等南来的水汽,使我国西北地区的干旱程度加剧,源区的粉尘增多;同时,大气环流格局也发生变化。这些变化都可能影响到黄土的沉积速率而被记录下来。因此,黄土堆积为理解大地貌格局和大气环流变化提供了一把钥匙。

### 5 黄土研究对于我们面临的环境问题的意义

近年来,通过对黄土进一步的研究,科研人员了解地球气候变化规律、洋流变化、沙尘暴过程、水土流失规律、植被演化、造山运动(喜马拉雅山的隆升和青藏高原的形成)和火山喷发、宇宙事件等方面取得了丰富的成果,使人类对所处自然环境的认识进一步深入。同时,也为我国北方和西北地区的可持续发展提供了科学依据。科研人员通过黄土地层花粉植被记录和碳同位素记录等分析,证明历史上乔木林区在黄土塬面上并没有存在过,只存在于一些沟谷地区,这就要求我们,在山川秀美工程实施中,在制定植树造林的政策时不能“一刀切”,要因地制宜,宜林则林,宜草则草。

### 6 结束语

刘东生先生获得了国家科学技术最高奖,既是对他的科学研究成果的肯定,也是对中国的第四纪环境研究的鼓励。在新的历史条件下,随着我国社会和经济的快速发展,我们正在或将要面临许多地球环境问题,这对我们年轻的科研人员提供了机遇和挑战。我们决心兢兢业业,刻苦钻研,在地球环境研究方面做出新的贡献。

### 参 考 文 献

- [1] Liu T S et al. Loess and the Environment. Beijing: China Ocean Press, 1985, 251.
- [2] Kukla G, An Z S. Loess stratigraphy in central China. *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 1989, 72, 203—223.
- [3] Guo Z T, Ruddiman W F, Hao Q Z et al. Onset of Asian desertification by 22 Myr ago inferred from loess deposits in China. *Nature*, 2002, 416: 159—163.
- [4] An Z S, Liu T S, Lou Y C et al. The long-term paleomonsoon variation recorded by the loess-paleosol sequence in central China. *Quaternary*

International, 1990, 7/8, 91—95.

- [5] Ding Z L, Derbyshire E, Yang S L et al. Stacked 2.6-Ma grain size record from the Chinese loess based on five sections and correlation with

the deep-sea  $\delta^{18}\text{O}$  record. *Paleoceanography*, 2002, 17(3), 5:1—5:25.

## LOESS IN CHINA: A GOOD ARCHIVE OF CLIMATE AND ENVIRONMENTAL CHANGES DURING THE QUATERNARY

Lu Huayu<sup>1</sup> Wang Limeng<sup>2</sup>

(1 State Key Laboratory of Loess and Quaternary Geology, Institute of Earth Environment, CAS, Xi'an 710075;

2 Shaanxi Information Center for Science and Technology, Shaanxi Province, Xi'an 710054)

**Abstract** The Quaternary scientists in China have significantly improved our knowledge of loess deposition in north China and our interpretation of paleoclimate and paleoenvironmental changes during the past 2.5 million years. It is recognized that the loess deposit is of aeolian origin and the dust is continuously deposited. It is also believed that grain-size, magnetic susceptibility, carbon isotopes as well as fossil assemblages in the loess deposit are good proxy indicators of the paleomonsoon climate and paleovegetation changes during the past 2.5 million years. Chinese loess is regarded as one of the best archives of climate and environment changes during the Quaternary. Further investigation on the loess deposit and its record of climate and environmental changes is helpful in understanding climate change, and in offering scientific support to the project of ecological and environmental reconstruction in northwest China.

**Key word** Chinese loess deposit, the Quaternary, the climate and environment on the Earth, paleoclimatic archives

·资料·信息·

### “有机/聚合物光电信息材料与器件”重大项目在京通过专家验收

最近国家自然科学基金重大项目“有机/聚合物光电信息材料与器件”通过专家验收。项目承担单位有吉林大学、复旦大学、清华大学、上海大学、中国科学院化学研究所、中国科学院光学精密机械与物理研究所和中国科学院理化技术研究所等,项目负责人是我国著名有机高分子科学家沈家骢院士。

有机/聚合物材料在光电子、光子学领域内表现出的丰富的功能和快速发展的势头,引起了国际学术界、工业界的高度注意,正在崛起成为新一代的信息材料。国家自然科学基金委员会于1996年组织了国内第一个有机信息材料与器件的重大项目。

经过4年的研究,项目研究人员在有机/聚合物光电信息材料与器件研究领域的新概念、新材料与新的制备工艺方面开展了大量的工作,取得了一批重要的成果,基础理论研究方面提出了“负极化分子”及“光致极化反转”、“配合物三重态电致发光”等一些得到国际学术界承认的创新概念,获得了“X型双重纯对位电荷转移四取代芳香物”,“蓝色(酚吡啉

铍和硼配合物)和红色发光材料(双吡喃衍生物)”等国际先进水平的成果,同时还对有机信息材料的本质有了更深入的认识。这些成果对于研制全新的有机光电信息材料和器件具有重要的指导意义。

在材料的先进指标和器件的稳定性方面有了重大突破,绿光器件的半寿命14 000小时,红光器件的半寿命7500小时,蓝光器件的半寿命1000小时,白光器件的半寿命2800小时(原定预期技术指标为:绿光半寿命2500小时,蓝光和红光半寿命1000小时)。在器件设计开发及新工艺的研究方面,先后开发出3—4条线/mm、高分辨率动态多色显示等接近国际先进水平的器件。这些成果使得我国的有机光电器件的研发水平在整体上有了很大提高,特别是在组建有机电致发光器件中试规模的实验线上取得了重大进展,有机发光材料的放大制备与提纯工艺已经达到扩试水平。聚合物电光波导调制器的研制也取得重要进展。

(化学科学部 董建华 供稿)