

# 全球气候变化下陕北黄土地貌的环境演变

赵昆昆<sup>1</sup>, 周宝同<sup>1\*</sup>, 王晓喆<sup>2</sup>, 刘敬才<sup>1</sup>, 冯晓红<sup>1</sup>, 陈春波<sup>1</sup> (1. 西南大学地理科学学院, 重庆北碚 400715; 2. 陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西西安 710061)

**摘要** [目的]研究全球气候变化下陕北黄土地貌的环境演变。[方法]选取陕北榆林区 1952~2009 年的年、月气温和降水量等气象资料, 运用线性回归、M-K 检验法对全球气候变化下陕北黄土地貌的环境演变进行研究。[结果]1952~2009 年榆林区气温呈上升趋势, 平均以 0.287 °C/10a 的速度上升, 1994 年为气温的突变年份; 降水量呈下降趋势, 平均以 8.262 mm/10a 的速率减少, 且降水量在 20 世纪 60 年代波动性很大, 70、80 和 90 年代波动较平稳, 21 世纪以来有明显变干趋势。陕北气候正在变暖干, 极端旱涝事件尤其是干旱发生的频率越来越高, 对脆弱生态环境的危害更加严重, 气候的“暖干化”使陕北的环境条件更加恶劣, 温度升高, 干旱程度加重; 降水量的减少使风沙活动更加剧烈, 沙尘暴的频率增加, 土地进一步沙化, 黄土沟壑区水土流失严重, 可能使陕北土地退化。[结论]该研究为该区的生态环境建设提供理论依据。

**关键词** 气候变化; 黄土地貌; 环境演变; 陕北

**中图分类号** P461 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2011)24-14788-03

## The Environmental Landscape Evolution of the Loess under the Background of Global Climate Change

ZHAO Kun-kun et al (Department of Geographical Sciences, Southwest University, Beibei, Chongqing 400715)

**Abstract** [Objective] The aim was to study the environment evolution of Shanbei Loess landscape under the background of global climate changes. [Method] The annual and monthly temperature and precipitation in Yulin area in north Shanxi from 1952 to 2009 were selected, and by dint of linear regression and M-K mutation, the Loess land form evolution under the global climate change was studied. [Result] The temperature in Yulin area showed increasing tendency from 1952 to 2009 at a speed of 0.287 °C/10a. The year 1994 was a year of mutation of temperature; precipitation decreased at speed of 8.262 mm/10a and the precipitation fluctuated largely in 1960s, and stably in 1970s, 1980s and 1990s. It showed drying tendency. The climate in north Shanxi was becoming warmer. The extreme dry and flood incident, especially the rising drought occurrence frequency had more serious endangerment to the fragile ecological environment. The “warmer drought” of climate worsened the environment in north Shanxi, with temperature rising and worsening drought; reduction of precipitation made the wind and sand more active; the frequency of sandstorm increased; desertification of land furthered; the water and soil losses in Loess was serious and might led to degradation of land in north Shanxi. [Conclusion] The study provided theoretical basis for the ecological and environmental construction in the region.

**Key words** Climate changes; Loess landscape; Environment evolution; North Shaanxi

我国拥有世界上最大的黄土堆积区, 黄土高原上连续堆积的风尘真实而详细地记录了黄土地貌的环境变迁, 同时, 以沙漠化为主要特征的土地退化态势也十分严峻。进入 21 世纪以来, 黄土高原的土壤侵蚀呈加速发展, 据遥感调查分析, 土地总面积的 88.5% 已经不同程度地沙化, 其中榆林市沙漠化率高达 96%<sup>[1]</sup>。该区是一个多层次的生态过渡带, 在地貌上属毛乌素沙漠与陕北黄土高原的过渡, 在气候上是干旱、半干旱向亚湿润区的过渡, 春季干旱多风, 夏季炎热短促, 秋季多暴雨且集中, 冬季干冷漫长; 植被的地带性分布呈现荒漠、荒漠草原向森林草原的过渡, 因此是生态环境的脆弱带。对于黄土研究已经有了悠久的历史, 并取得了巨大的进展<sup>[2-5]</sup>。陈秀玲等对黄土的研究历史与进展进行了综述<sup>[6]</sup>, 方春梅等对黄土风尘序列中古气候的替代性指标以及黄土高原历史时期地貌与土壤侵蚀演变进行了研究<sup>[7-8]</sup>。笔者以陕北为例, 选取陕北榆林区 1952~2009 年的年、月气温和降水量等气象资料, 运用线性回归、M-K 检验法对黄土地貌的环境演变进行研究, 探讨全球气候变化下陕北黄土地貌的环境演变, 以期为该区的生态环境建设提供理论依据。

## 1 资料与方法

**1.1 研究区概况** 榆林市位于陕西省最北部, 地处毛乌素沙漠和黄土高原过渡地带, 风蚀沙化和水土流失严重, 东南部丘

陵沟壑区, 是黄河中游水土流失最严重的地区。地处陕、甘、宁、蒙、晋五省(区)交界接壤地带, 位于 107°28'~111°15'E、36°57'~39°34'N。东临黄河与山西相望, 西连宁夏、甘肃, 北邻内蒙鄂尔多斯市, 南接陕西省延安。黄河沿东界南下涉境 400 多 km, 古长城横贯东西 700 多 km。地势由西部向东倾斜, 地貌分为风沙草滩区、黄土丘陵沟壑区、梁状低山丘陵区三大类。地貌大体以长城为界, 北部为风沙草滩区, 占总面积的 42%, 南部为黄土丘陵沟壑区, 占总面积的 58%。平均海拔 1 300 m, 气候属暖温带和温带半干旱大陆性季风气候, 年平均气温 10 °C, 年平均降水量 400 mm 左右, 四季分明, 日较差大, 气象灾害较多, 几乎每年都有不同程度的干旱、霜冻、暴雨、大风、冰雹等灾害发生, 尤以干旱、冰雹和霜冻危害严重。

**1.2 资料与方法** 选取陕北榆林区 1952~2009 年的年均温、年降水量、月均温、月降水量等气象资料, 资料来源于中国气象科学数据共享服务网。运用线性回归、M-K 检验法对气象资料进行分析, 探讨全球气候变化下陕北黄土地貌的环境演变。

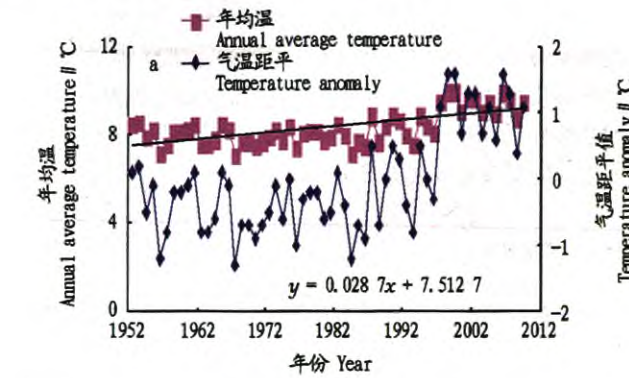
## 2 黄土地貌成因分析

我国的黄土高原是世界上最大的黄土分布区, 东起太行山, 西至乌鞘岭, 南连秦岭, 北抵长城, 面积约有 45 万 km<sup>2</sup>。在黄土高原上, 大部分地区黄土层厚度超过 100 m, 最厚处多达 240 m, 黄土高原经过长期风化、侵蚀, 形成了多种多样的黄土地貌, 主要有冲沟、干沟、河沟等黄土沟谷, 塬、峁、梁等黄土沟间地, 黄土堞、黄土陷穴等黄土潜蚀地貌。黄土地貌的成因有风成说、水成说和残积说, 至今尚无明确定论。依风成说的观点, 我国的黄土也是从蒙古或中亚被风

**作者简介** 赵昆昆(1987-), 男, 河南鹤壁人, 硕士研究生, 研究方向: 土地利用和规划, E-mail: zhaokunkun07@126.com。\* 通讯作者, 副教授, 博士, 硕士生导师, 从事土地利用与地表覆被变化研究, E-mail: zbt1217@yahoo.com.cn。

**收稿日期** 2011-05-16

吹输送来的,戈壁、沙漠、黄土砂黄土、黄土、粘黄土呈带状逐渐过渡,进一步考证,黄土粒度自西北向东南由粗变细,黄土矿物成分比较一致,但与分布区域的基岩成分差异较大,黄土产状与基岩无关。黄土层中夹有风成砂层矿物颗粒有风搬运的痕迹,黄土层中发育随下伏地形变化的多层古土壤埋藏层。黄土中含有陆生草原动、植物化石。当今世界黄土分布区的黄土是第四纪时由风力搬运而来的。黄土地貌则是黄土被风吹送来堆积之后,由流水、风、重力等外力综合作用形成的,其中以流水作用最为重要。



注:2 条直线表示  $\alpha=0.05$  的临界水平检验值  $U(U=\pm 1.96)$ 。  
Note: Two lines suggested critical level test value  $U(U=\pm 1.96)$  when  $\alpha=0.05$ .

图 1 1952~2009 年榆林区气温变化(a)和 M-K 值检验(b)

Fig. 1 Temperature changes (a) and M-K value text (b) in Yulin area from 1952 to 2009

3.2 降水量变化 由图 2 可见,1952~2009 年榆林区降水量呈下降趋势,线性方程为  $y = -0.8262x + 421.56$ ,降水量以 8.262 mm/10a 的速度减少,且降水量在 60 年代波动性很大,70、80 和 90 年代波动较平稳,21 世纪以来有明显变干趋势,榆林区降水量的减少更增加了陕北的干旱。

以上分析可见,1952~2009 年榆林区气温呈上升趋势,降水量呈减少趋势,说明 58 年来榆林区气候呈“暖干化”趋势,与全球变暖趋势基本一致。一般认为,变暖后气候变得更加干燥和不稳定<sup>[9]</sup>。气候变暖在陕北地区也是很明显的,气候变暖加速了黄土高原的水土流失速度和沙漠化趋势,气候的“暖干化”趋势同时对黄土高原的生态环境建设也是不利的。

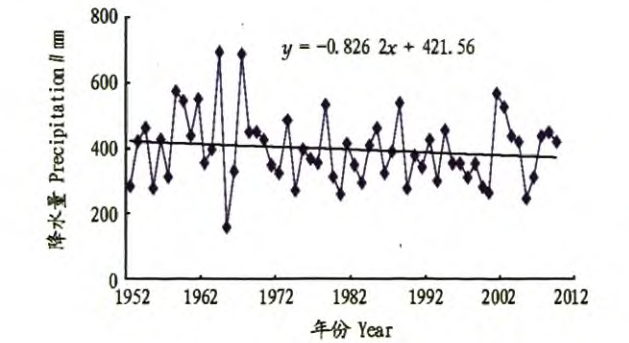


图 2 1952~2009 年榆林区降水量变化

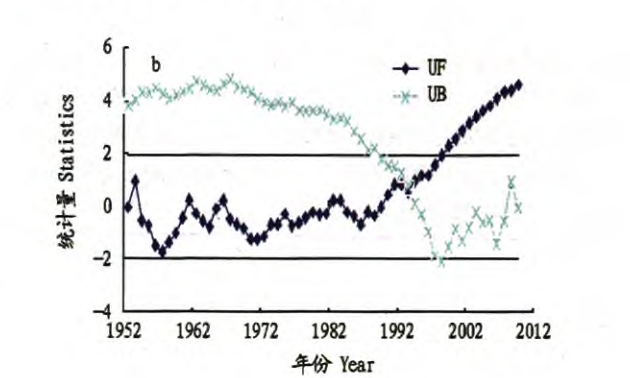
Fig. 2 Precipitation changes in Yulin from 1952 to 2009

4 气候变化的环境效应分析

陕北气候正在变暖变干,极端旱涝事件尤其是干旱发生的频率越来越高,对脆弱生态环境的危害更加严重。气候“暖干化”表现在年均温、年极低温升高,平均相对湿度下降,

3 气候变化特征

3.1 气温变化 由图 1 可见,1952~2009 年榆林区气温呈上升趋势,线性方程为  $y = 0.0287x + 7.5127$ ,升温速率为 0.287  $^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ ,58 年来气温的波动性较大,特别是 21 世纪以来呈明显的波动性上升。20 世纪 50~90 年代中期气温正负距平交叉出现,但以负距平为主,进入 21 世纪气温明显地呈正距平,且为上升趋势。与全国突变年份有所不同,近 58 年榆林区气温的突变年份为 1994 年,1952~1987、1973~1977、1983~1987、2007~2009 年均基本通过  $\alpha=0.05$  的显著性检验。



降水量减少。20 世纪 80 年代后期,尤其是进入 90 年代以来,陕甘宁边区降水减少。陕北地区气候的暖干化影响将是弊多于利。气候变暖使植物蒸发旺盛,需水量增大,使该区水文条件恶化。国外试验表明在生长季节,气温升高 1  $^{\circ}\text{C}$ ,灌溉需求量增加 12%<sup>[10]</sup>,易发生旱灾,再加上降水量的减少,更使干旱的频率、程度加大。极低温的显著升高表明冬季增温对气候变暖的影响是主要的。冬季增温可能诱发一系列灾害发生,如病虫害等。

气候的“暖干化”使陕北的环境条件更加恶劣,温度升高干旱程度加重,降水量的减少使风沙活动更加剧烈,使沙尘暴的频率增加,土地进一步沙化,黄土沟壑区水土流失严重,可能使陕北土地退化,再加上人为因素更加剧了陕北的暖干旱。陕北地区防御自然灾害能力低,气温、降水变化对农业生产影响也很大,极端事件尤其是旱灾发生的频率升高,给农业生产带来严重损失。对于陕北地区,干旱出现的可能性较大,“暖干化”将会对农业产生不利影响。

5 结论

(1)1952~2009 年榆林区气温呈上升趋势,平均以 0.287  $^{\circ}\text{C}/10\text{a}$  的速度上升,与全国气温的突变年份不同,榆林区气温的突变年份为 1994 年;降水量呈下降趋势,平均以 8.262 mm/10a 的速率减少,且降水量在 20 世纪 60 年代波动性很大,70、80 和 90 年代波动较平稳,21 世纪以来有明显变干趋势。

(2)陕北气候正在变暖干,极端旱涝事件尤其是干旱发生的频率越来越高,对脆弱生态环境的危害更加严重,气候的“暖干化”使陕北的环境条件更加恶劣,温度升高,干旱程度加重;降水量的减少使风沙活动更加剧烈,沙尘暴的频率

增加,土地进一步沙化,黄土沟壑区水土流失严重,可能使陕北土地退化。

参考文献

[1] 刘彦随. 遥感与 GIS 在土地优化配置中的应用[J]. 南京师范大学学报,1996(S1):92-104  
[2] 王永焱. 中国黄土区第四纪古气候变化[J]. 中国科学 B 辑,1987(10):1099-1106.  
[3] 丁仲礼,刘东生,刘秀铭,等. 250 万年以来的 37 个气候旋回[J]. 科学通报,1989(19):1494-1496.  
[4] AN Z S. The history and variability of East Asian monsoon climate[J]. Quaternary Science Reviews,2000,19(15):171-187.  
[5] CHEN X L,FANG X M,AN Z S,et al. An 8.1 Ma calcite record of Asian

summer monsoon evolution on the Chinese central Loess Plateau[J]. Science in China:Series D:Earth Science,2007,50(3):392-403.  
[6] 陈秀玲,张文开,吴福利,等. 黄土研究历史回顾与进展[J]. 安徽农学通报,2008(23):72-74.  
[7] 方春梅,孙玉兵. 黄土风尘序列中古气候的替代性指标分析[J]. 现代农业科技,2008(21):180-181.  
[8] 桑广书. 黄土高原历史时期地貌与土壤侵蚀演变研究[D]. 西安:陕西师范大学,2003.  
[9] 延军平. 跨世纪全球环境问题及行为对策[M]. 北京:科学出版社,1999.  
[10] 谢金南. 中国西北干旱气候变化与预测研究(第三卷)[M]. 北京:气象出版社,2000.

(上接第 14665 页)

况进行了研究,所获得的主要结论为:在 2000~2008 年,水灾受灾面积与旱灾受灾面积、水灾成灾面积与旱灾成灾面积的相关性都很小,但 2009 年两者的相关系数却较大;在 2000~2009 年,随着时间的推移我 2 国各类区域水灾受灾面积从波

动较大向波动较小的趋势变化;在 2000~2009 年,随着时间的推移我国各类区域旱灾受灾面积从波动较小向波动较大的趋势变化,而且旱灾受灾面积有增大的趋势,此外,我国农业遭受的旱灾比水灾更严重。

表 4 各年旱灾受灾地区聚类结果  
Table 4 Result of drought disaster clustering in each year

省市 Province and cities	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
河北 Hebei	4	3	4	3	2	3	3	2	2	3
山西 Shanxi	4	3	3	1	2	4	2	2	5	3
内蒙古 Inner Mongolia	5	4	4	4	4	4	4	4	4	4
辽宁 Liaoning	4	3	3	2	3	2	3	3	2	3
吉林 Jilin	5	4	2	3	4	2	2	4	2	3
黑龙江 Heilongjiang	5	5	3	5	5	2	4	5	4	5
江苏 Jiangsu	3	2	2	1	1	2	2	1	1	2
浙江 Zhejiang	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1
安徽 Anhui	4	4	2	1	2	2	2	1	1	2
福建 Fujian	1	1	2	2	2	1	1	1	1	1
江西 Jiangxi	2	1	1	2	2	1	1	2	1	2
山东 Shandong	5	3	5	2	2	2	3	1	1	2
河南 Henan	4	3	3	2	2	2	3	2	2	3
湖北 Hubei	3	3	1	2	2	3	3	2	1	2
湖南 Hunan	2	2	1	3	1	3	2	2	2	2
广东 Guangdong	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1
广西 Guangxi	2	1	1	2	3	3	2	2	1	2
重庆 Chongqing	1	2	2	1	1	2	3	1	1	1
四川 Sichuan	3	4	3	2	2	2	5	2	1	2
贵州 Guizhou	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1
云南 Yunnan	1	2	2	2	1	5	3	2	2	2
陕西 Shaanxi	3	3	3	2	2	3	2	2	2	2
甘肃 Gansu	3	2	2	2	3	3	3	2	3	3
宁夏 Ningxia	1	1	1	1	1	2	2	1	2	1
新疆 Xinjiang	1	1	1	1	2	2	2	1	3	2

注:结果不包括全部聚为第 1 类的北京、天津、上海、海南、青海和西藏。表中数字即类别数字。

Note: The result did not include first category of all clusters of Beijing, Tianjin, Shanghai, Hainan, Qinghai, Ningxia, Xinjiang and Xizang. The number in the table was category number.

针对以上结论,提出如下建议:①应加强对我国水灾和旱灾相关性研究,主要从造成水灾和旱灾的因素入手,搞清楚这种相关性变大是一种偶然因素还是非偶然因素所引起,这种较大的相关性是否会持续下去,如果持续下去会对我国的生态、经济、社会等产生怎样的影响;②应加强对水灾区域生态的监控,尽管水灾区域受灾面积波动性的降低减少了不确定性,但这种波动性的降低究竟是好事还是坏事短期内并不是很清楚;③应加强对旱灾区域生态的监控,因为旱灾区域受灾面积波动的增加带来了更大的不确定性;④增加对灌溉设备的投入,修建更多灌溉工程,这主要是考虑到我国旱

灾受灾面积有增加的趋势和旱灾的严重程度。

参考文献

[1] 傅泽强,蔡运龙,李军. 我国农业水旱灾害的时间分布及重灾年景趋势预测[J]. 自然灾害学报,2002(5):7-14.  
[2] 刘会平,梁红梅,倪研贤,等. 广东农业水灾的年际分布规律及重灾年份预测[J]. 热带地理,2007(5):203-206,212.  
[3] 苑书耸. 晋冀鲁豫抗日根据地的水旱灾害与水利建设[J]. 华北水利水电学院学报:社科版,2007(12):92-94.  
[4] 刘兰芳. 农业水旱灾害风险评估及生态减灾研究——以衡阳市水旱灾情为例[J]. 衡阳师范学院学报,2005(6):111-114.  
[5] 孟婧婧. 2010 年洪灾对我国农业的影响[J]. 理论探讨,2010(11):275-276.  
[6] 张尧庭,方开泰. 多元统计分析引论[M]. 北京:科学出版社,2006.