

# 1961—2008 年陕西省年际气温和降水区域性变化特征分析

姜创业, 魏娜, 程肖侠, 方建刚, 孙娴

(陕西省气候中心, 西安 710015)

**摘要:**采用陕西省 1961—2008 年 63 个测站均一化订正后的气候资料, 分析了陕西省不同区域近 48 a 来的气候变化, 结果表明: 年平均气温近 48 a 上升趋势明显, 在 1993 年前后发生突变, 突变前后年平均气温显著上升了  $0.8^{\circ}\text{C}$ , 上升幅度呈由南到北逐渐增强的趋势; 冬、春季气温在突变后上升最为明显, 升温幅度较大区域分别为长城沿线风沙区和渭河河谷平原区, 年平均最高气温在 1990 年以后迅速升高, 最低气温在 2000 年开始迅速升高; 全省年平均降水呈明显的减少趋势, 年平均降水的线性减少率为  $19.6\text{ mm}/10\text{ a}$ , 秦岭南麓浅山区、汉江河谷平原及巴山区年平均降水的减少趋势比较明显。1980 年前后和 2000 年前后为暴雨多发期, 但中、大雨的总日数呈明显减少。

**关键词:**气温; 降水; 区域性差异; 气候变化

**中图分类号:** P426.614

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1005-3409(2011)01-0197-04

## Analysis of Inter-annual Temperature and Precipitation Regional Change During 1961—2008 in Shaanxi Province

JIANG Chuang-ye, WEI Na, CHENG Xiao-xia, FANG Jian-gang, SUN Xian

(Shaanxi Provincial Climate Change, Xi'an 710015, China)

**Abstract:** Based on the dataset of 63 meteorological stations from 1961 to 2008, the climate change in different regions of Shaanxi province was analyzed. The results showed that: The annual temperature showed obviously warming tendency from the south to the north in the last 48 years, and the after annual temperature was warmer  $0.8^{\circ}\text{C}$  than before the abrupt climate warming of 1993; The winter and the spring temperature increased most obviously in the windy and sandy region along the Great Wall and the Weihe River plain; The annual maximum temperature and minimum temperature increased after the 1990s and 2000s respectively. The precipitation over the different regions of Shaanxi province showed decreased tendency, the declining rate is  $19.6\text{ mm}/10\text{ a}$  from 1961 to 2008, and especially the south Qinling shallow mountains and Han River plain. The frequency of rainstorm increased in 1980 and 2000, but the heavy rain and moderate rain decreased distinctly.

**Key words:** temperature; precipitation; regional difference; climate change

近年来随着全球变暖的日益显著, 以气候变暖为代表的全球性环境问题已受到广泛关注<sup>[1-6]</sup>。第四次 IPCC 评估报告指出近百年来全球平均气温已上升了  $0.74^{\circ}\text{C}$ <sup>[7]</sup>, 中国近 100 a 来平均地表气温也明显上升, 升温幅度为  $0.5\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ <sup>[8]</sup>。陕西省地处我国西北地区东部, 青藏高原东北侧, 为东亚季风边缘地带, 是东亚季风气候的敏感区域; 同时陕西省从南至北纵跨北亚热带、暖温带、温带等三个气候带, 南北气候差异显著<sup>[9-10]</sup>。在气候变化和人类活动的共同影响下, 陕西省气候变化表现出明显区域性特征, 土地沙化、湖泊水位下降和河流流量减少等生态环境退化等现

象对社会经济可持续发展带来负面影响。陕西省气候变化事实及影响分析和研究也受到关注与重视<sup>[11-13]</sup>, 但对陕西不同气候区域的变化差异分析较少。本文采用全省 1961—2008 年 63 个测站均一化订正的气候资料, 分析陕西省各气候区域的气候变化事实和气候变化特征, 对进一步认识陕西省气候变化事实, 提高应对气候变化能力有着重要意义。

## 1 气温变化

### 1.1 年平均气温变化

1961—2008 年陕西省年平均气温呈现明显上升

趋势,线性升温率为  $0.172^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ (表 1),其中长城沿线风沙区、渭河河谷平原年平均气温线性升温率分别为  $0.278^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$  和  $0.202^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ ,超过了全省升温率。滑动  $t$  检验表明全省年平均气温在 1993 年有一次由低到高的突变(图 1),突变后年平均气温有显著升高(表 1),陕西年平均气温从突变前的  $11.9^{\circ}\text{C}$  上升到突变后  $12.7^{\circ}\text{C}$ ,上升了  $0.8^{\circ}\text{C}$ ,气温升高趋势呈现由南到北逐渐增强,陕北长城沿线风沙区增温尤为明显(附图 9)。

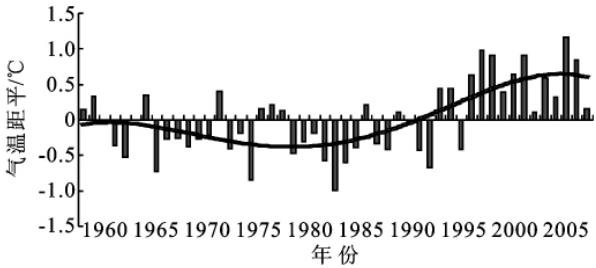


图 1 1961—2008 年陕西省年平均气温距平变化图

表 1 陕西省年平均气温距平在气温突变前后对比

区域	线性趋势 ( $^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ )	1961—1993 年均值及距平/ $^{\circ}\text{C}$		1994—2008 年均值及距平/ $^{\circ}\text{C}$	
		均值	距平/ $^{\circ}\text{C}$	均值	距平
长城沿线风沙区	0.278	9.0	-0.4	9.8	0.6
黄土高原沟壑区	0.191	8.4	-0.2	9.1	0.5
渭河河谷平原	0.201	12.4	-0.3	13.2	0.5
秦岭南麓浅山区	0.081	12.8	-0.2	13.3	0.3
汉江河谷平原及巴山区	0.081	14.6	-0.2	15.2	0.4
全 省	0.172	11.9	-0.2	12.7	0.6

20 世纪 60 年代、70 年代年平均气温的年代际变化非常小,各区域距平在  $-0.5\sim 0^{\circ}\text{C}$ ,80 年代各区域气温相对偏低,秦岭以南地区气温偏低明显,90 年代至今全省气温普遍升高,以陕北气温升高尤为显著。与 60 年代比较:2001—2008 年年平均气温陕北长城沿线风沙区升高  $1.2^{\circ}\text{C}$ ,黄土高原沟壑区和渭河河谷平原升高  $0.9^{\circ}\text{C}$ ,全省年平均气温升高  $0.7^{\circ}\text{C}$ 。

1.2 季平均气温变化

1993 年年平均气温发生突变的同时,各气候区

域季平均气温也发生了显著变化(表 2),冬季、春季气温上升最为显著,突变后冬季平均气温上升  $0.8\sim 1.4^{\circ}\text{C}$ ,春季上升  $0.9\sim 1.4^{\circ}\text{C}$ ,且长城沿线风沙区和渭河河谷平原区升温最为明显。夏、秋季除长城沿线风沙区升温比较明显外,其余各地气温上升趋势明显小于冬、春季。

就各区域变化而言,陕北各季升温要高于秦巴山区,而渭河河谷平原由于大中城市热岛效应,其升温也非常明显。

表 2 陕西省季平均气温距平在气温突变前后对比

区域	春季		夏季		秋季		冬季	
	1961—1993	1994—2008	1961—1993	1994—2008	1961—1993	1994—2008	1961—1993	1994—2008
长城沿线风沙区	-0.5	0.6	-0.3	0.5	-0.4	0.5	-0.3	1.0
黄土高原沟壑区	-0.4	0.6	-0.2	0.3	-0.1	0.5	-0.2	0.6
渭河河谷平原	-0.5	0.9	-0.2	0.3	-0.2	0.4	-0.3	0.8
秦岭南麓浅山区	-0.3	0.6	-0.1	0.4	-0.1	0.4	-0.2	0.6
汉江河谷平原及巴山区	-0.3	0.7	-0.1	0.3	-0.2	0.4	-0.2	0.6
全 省	-0.4	0.7	-0.1	0.4	-0.2	0.4	-0.3	0.7

1.3 年平均最高、最低气温变化

陕西省年平均最低气温呈逐渐升高趋势(表 3)。其升高率呈由南向北增强。与 60 年代比较:2001—2008 年陕西年平均最低气温升高  $0.9^{\circ}\text{C}$ ,其中长城沿线风沙区升高  $1.7^{\circ}\text{C}$ ,渭河河谷平原由于城市发展年平均最低气温升温率仅次于长城沿线风沙区。值得注意的是 1991—2008 年陕西省年平均最低气温较 60 年代有明显升高,平均升高  $1.1^{\circ}\text{C}$ 。

陕西年平均最高气温经历了 20 世纪 80 年代相对偏低的时期后(表 3),在 90 年代后迅速升高,以陕

北长城沿线风沙区、黄土高原沟壑区和秦岭南麓浅山区最为明显,与 60 年代比较,年平均最高气温 2001—2008 年长城沿线风沙区升高达到  $1.4^{\circ}\text{C}$ ,黄土高原沟壑区和秦岭南麓浅山区升高  $1.2^{\circ}\text{C}$ 。1961—2008 年全省年平均最高气温线性趋势为  $0.136\sim 0.349^{\circ}\text{C}/10\text{ a}$ 。

2 降水变化

2.1 年降水量

1961—2008 年陕西年平均降水总体呈明显减少趋势(图 2),年平均降水的线性减少率为  $19.6$

mm/10 a(表 4),其中秦岭南麓浅山区、汉江河谷平原及巴山区年平均降水的线性减少率分别为 21.91 mm/10 a 和 26.3 mm/10 a,大于 1960—2008 年全省

平均降水的线性减少率,同时受地形影响,降水的线性减少率分布比较复杂,总体呈现南高北低的趋势(附图 10)。

区域	表 3 陕西省年平均最高气温和最低气温年代际距平										℃	
	1961—1970		1971—1980		1981—1990		1991—2000		2001—2008		线性趋势(℃/10 a)	
	最高 气温	最低 气温	最高 气温	最低 气温	最高 气温	最低 气温	最高 气温	最低 气温	最高 气温	最低 气温	最高 气温	最低 气温
长城沿线风沙区	−0.6	−0.7	−0.5	−0.3	−0.2	−0.3	0.7	0.2	0.8	1.0	0.349	0.324
黄土高原沟壑区	−0.5	−0.4	−0.2	−0.2	−0.3	−0.1	0.5	0.2	0.7	0.6	0.287	0.233
渭河河谷平原	−0.2	−0.4	−0.2	−0.2	−0.5	−0.2	0.4	0.1	0.7	0.7	0.230	0.242
秦岭南麓浅山区	−0.2	−0.2	−0.1	−0.1	−0.5	−0.1	0.5	0.0	0.8	0.3	0.270	0.097
汉江河谷平原及巴山区	0	−0.2	−0.1	−0.1	−0.6	−0.1	0.3	0.1	0.6	0.4	0.136	0.137
全省	−0.3	−0.3	−0.2	−0.1	−0.5	−0.1	0.4	0.2	0.7	0.6	0.258	0.217

陕西省年平均降水量年代际变化表现为明显的周期变化(表 4),经历了 70,90 年代的相对少雨时期,60,80 年代多雨时期和 2000 以来降水增多期,年降水量在 1961—1970 和 1981—1990 多为正距平,而 1971—1980 和 1991—2000 年多为负距平,秦岭南麓浅山区和汉江河谷平原及巴山区年降水量减少最为明显,与 60 年代比较:陕西省年平均降水量减少 57.9 mm,其中 2001—2008 年年平均降水量秦岭南麓浅山区减少 70 mm,汉江河谷平原及巴山区减少 70.4 mm。

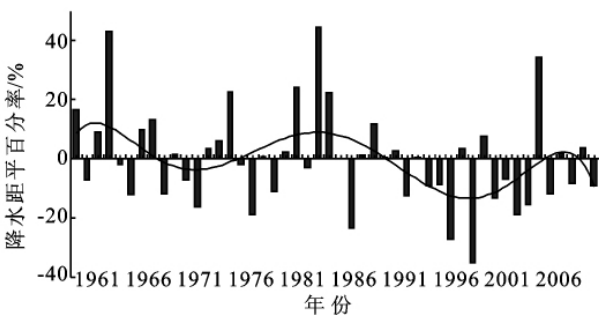


图 2 1960—2008 年陕西省年降水距平百分率变化

区域	表 4 陕西省年降水量年代际平均距平						线性趋势(mm/10a)
	1961—1970	1971—1980	1981—1990	1991—2000	2001—2008	mm	
长城沿线风沙区	47.1	−9.2	3.4	−28.5	−4.7	−15.6	
黄土高原沟壑区	41.5	−5.3	9.7	−42.6	2.5	−15.1	
渭河河谷平原	32.8	−14.6	53.4	−45.5	−14.5	−16.8	
秦岭南麓浅山区	48.4	−33.3	84	−40.4	−31.6	−21.9	
汉江河谷平原及巴山区	28.7	5.5	92.3	−98.6	−41.7	−26.3	
全省	39.5	−12.3	52.9	−52.8	−18.4	−19.6	

2.2 季降水量

陕西省季降水量变化主要表现为春、秋季降水一致减少(表 5),夏季南部降水量增加,北部减少,冬季陕西省多年平均降水量较小,其变化趋势对年降水量影响非常小,且变化趋势不明显,各气候区域春、秋季降水减少比较明显,夏季降水南部降水增加趋势和北部减少趋势均比较明显。陕西降水量集中在夏、秋两季,60 年代初至 80 年代中期,为陕西省秋季多雨期,这段时间降水距平为正距平;80 年代中期到 90 年代为秋季少雨期,该时段降水量距平为负距平,同时春季降水量变化具有明显的年际变化特点。60 年代和 80 年代中期至 90 年代初代多正距平,70 年代初到 80 年代中期和 1990 年至今多负距平。

受东亚季风影响,陕西省降水量主要集中在夏季,年变率大是陕西夏季降水的主要气候特征。夏季降水在 1979 年前多负距平,1979 年以后多正距平,尤其在 90 年代以后出现了降水量较大幅度增加,最明

显的是关中西部、陕南西部。该区域也是近年来夏季暴雨的多发区,因此形成了夏季降水陕南增加,陕北减少的分布特征。

区域	表 5 陕西省各区域季节变化线性趋势				mm/10 a
	春季	夏季	秋季	冬季	
长城沿线风沙区	−0.4	−2.0	−2.2	0.20	
黄土高原沟壑区	−1.8	−0.1	−3.8	0.50	
渭河河谷平原	−4.7	3.5	−4.9	0.49	
秦岭南麓浅山区	−4.7	1.4	−3.7	0.46	
汉江河谷平原及巴山区	−5.0	2.5	−6.9	0.72	
全省	−4.6	−0.9	−5.6	0.50	

2.3 各等级降水日数频率变化

1961—2008 年全省大雨以上降水日数在 70 年代和 80 年代较多,90 年代较少,2000 年以来逐渐增多。中雨日数无明显周期变化,2000 年以来呈现增多趋势。小雨日数与大雨以上降水日数变化呈相反位相,2000 年以来小雨日数在逐渐减少,表明 2000 年以来有效降水逐渐减少,而大雨和暴雨发生频率在逐渐增加。

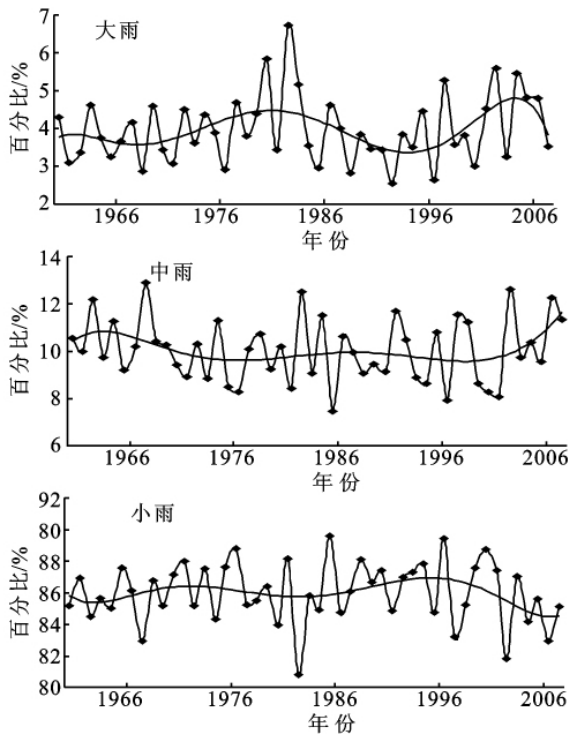


图 3 陕西省大雨以上日数、中雨日数和小雨日数频率变化图

### 3 结论

(1)1993 年陕西省年平均气温发生突变,突变前后年平均气温显著升高,年平均气温上升了  $0.8^{\circ}\text{C}$ ,线性升温率由南到北逐渐增强。

(2)在 1993 年年平均气温发生突变的同时,冬、春季气温上升最为显著,长城沿线风沙区和渭河河谷平原区升温最为明显。

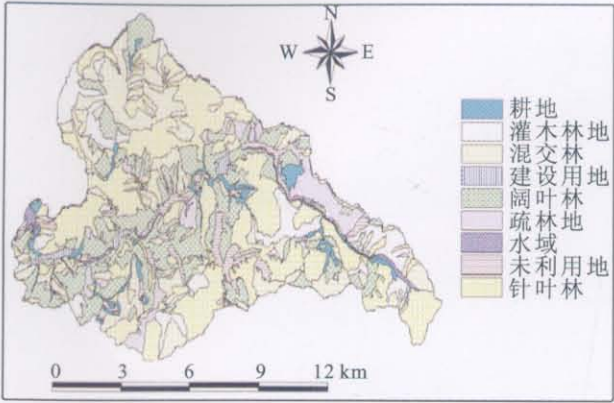
(3)年平均最低气温呈逐渐升高趋势。其线性升温率由南向北增强;年平均最高气温在 20 世纪 90 年代后迅速升高,陕北长城沿线风沙区、黄土高原沟壑区和秦岭南麓浅山区较明显。

(4)1961—2008 年全省年平均降水呈明显减少趋势,全省年平均降水的线性减少率为  $19.6\text{ mm}/10\text{ a}$ ,秦岭南麓浅山区、汉江河谷平原及巴山区年平均降水减少趋势更为明显。

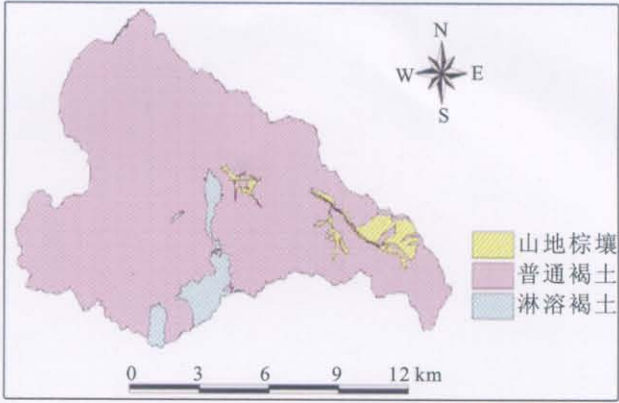
(5)1980 年前后、2000 年前后为陕西省多暴雨期,分析表明中、大雨呈明显减少趋势。

#### 参考文献:

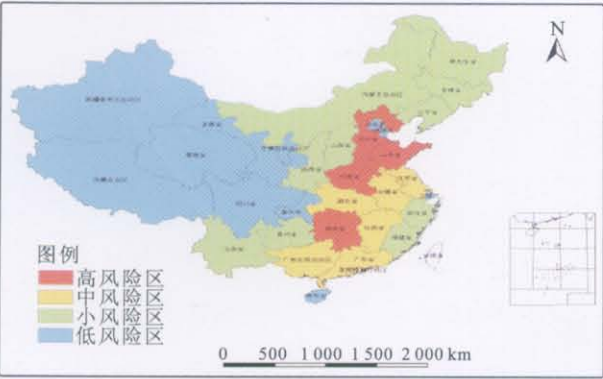
- [1] 叶笃正,黄荣辉.我国长江黄河两流域旱涝规律成因与预测研究的进展[J].地球科学进展,1991,6(4):24-29.
- [2] 符淙斌,安芷生.我国北方干旱化研究:面向国家需求的全球变化问题[J].地学前缘,2002,9(2):271-275.
- [3] 钱正安,吴统文,宋敏红,等.干旱灾害和我国西北干旱气候的研究进展及问题[J].地球科学进展,2001,16(1):28-35.
- [3] 谢金南,周嘉陵.西北地区中、东部降水趋势的初步研究[J].高原气象,2001,20(4):362-367.
- [4] 张存杰,高学杰.全球气候变暖对西北地区秋季降水的影响[J].冰川冻土,2003,25(2):157-164.
- [5] 王劲松,费晓玲,魏锋.中国西北近 50 a 来气温变化特征的进一步研究[J].中国沙漠,2008,28(4):724-732.
- [6] 陈晓光,Declan Conway,陈晓娟,等.1961—2005 年宁夏极端降水事件变化趋势分析[J].气候变化研究进展,2008,4(3):156-160.
- [7] IPCC. Summary of Policymakers of Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [M]. Cambridge, UK and New York, USA: Cambridge University Press, 2007.
- [8] 丁一汇,任国玉,石广玉,等.气候变化国家评估报告(I):中国气候变化的历史和未来趋势[J].气候变化研究进展,2006,2(1):3-8.
- [9] 魏娜,巩远发,王霄.基于小波变换的陕西夏季降水量变化特征研究[J].中国沙漠,2007,27(6):1080-1084.
- [10] 方建刚,白爱娟,肖科丽,等.陕西伏旱气候特征及成因分析[J].干旱地区农业研究,2009,27(2):28-34.
- [11] 高蓓,栗珂,李艳丽.陕西省近 40 年气候变化特征的分析[J].成都信息工程学院学报,2006,21(2):290-295.
- [12] 孙智辉,曹雪梅,刘志超,等.陕西黄土高原地区降水日数和强度年代际变化[J].应用气象学报,2009,20(4):510-512.
- [13] 程肖侠,方建刚,孙娴,等.陕西省可利用降水资源的气候变化特征及敏感性分析[J].水土保持研究,2009,16(5):45-50.



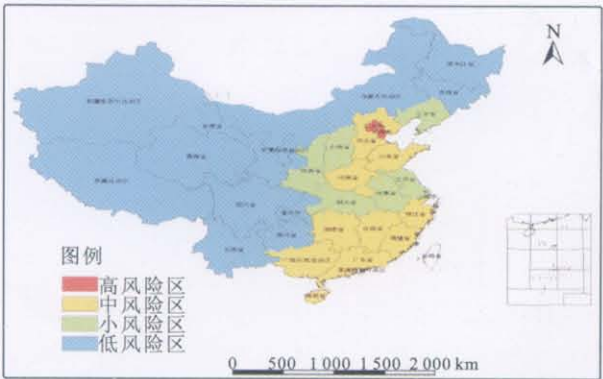
附图5 红门川流域2005年土地利用图



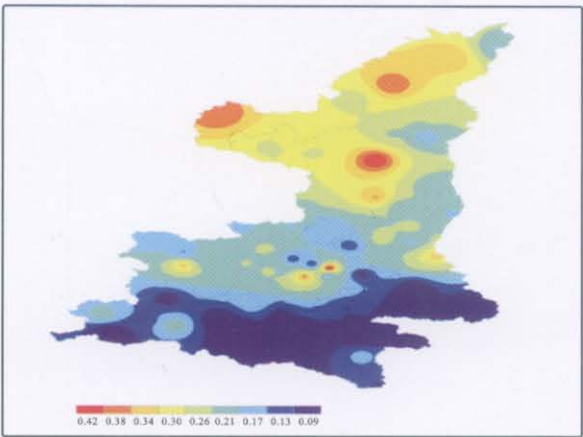
附图6 红门川流域土壤类型图



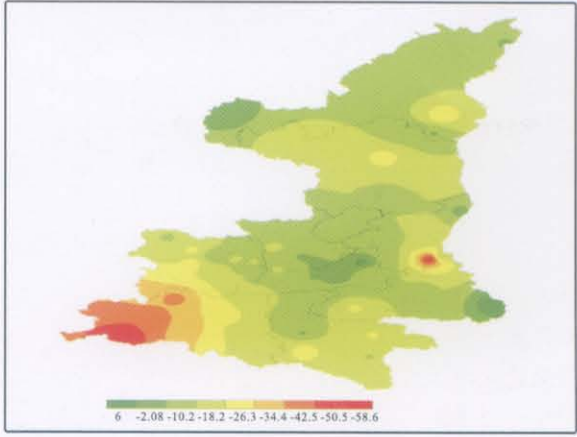
附图7 2020年我国旱灾风险等级图



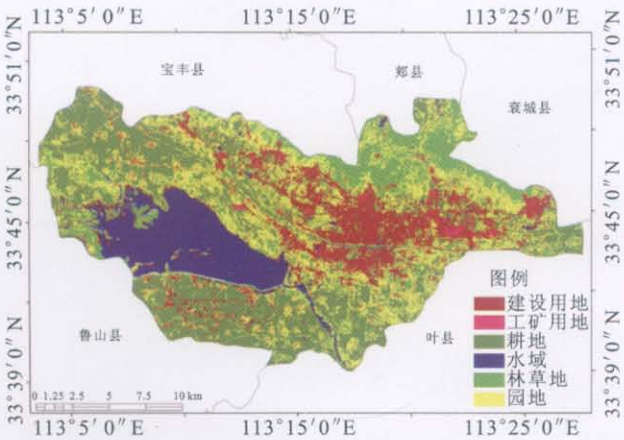
附图8 我国旱灾相对减产风险等级图



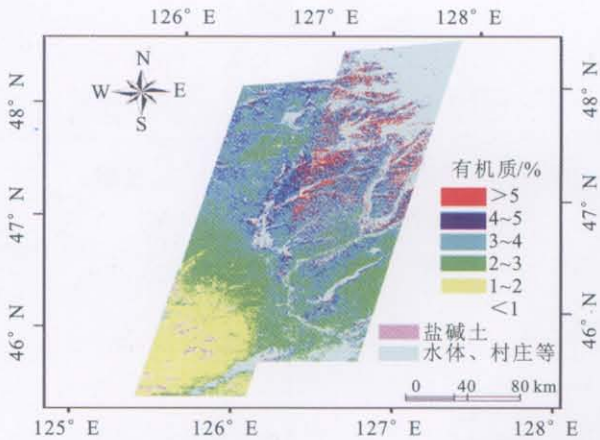
附图9 1961-2008年陕西省气温线性趋势空间分布



附图10 1960-2008年陕西省降水线性趋势空间分布



附图11 研究区景观分类图



附图12 土壤有机质含量空间分布图