

陕甘宁接壤区气候变化特征及其生态环境效应

张 芳, 杜继稳, 延军平

(陕西师范大学旅游与环境学院, 陕西 西安 710062)

摘 要: 为了能够正确反映陕甘宁接壤区多年气候变化的趋势, 特别是 1999 年以后的气候改善状况, 利用线性回归分析、趋势分析等方法对 1951~2004 年间 39 个测站的气温和降水的记录进行分析。结果表明: 陕甘宁接壤区暖干化趋势明显, 多年来一直处于干燥的状态, 气温在波动中不断升高, 降水在波动中不断减少, 这种恶劣的气候状况严重影响了陕甘宁接壤区的生态环境建设。但是 1999 年之后, 在气候暖干化的大背景之下, 气温有所降低, 降水有所增加, 这是一个较好的气候变化趋势, 对于气候的转型以及生态环境的重建有着重要的意义。

关键词: 气温; 降水; 暖干化; 陕甘宁接壤区; 生态环境

中图分类号: S162.5⁺⁹

文献标识码: A

文章编号: 1000-7601(2007)04-0073-07

科学研究以及政府间气候变化委员会(IPCC)第三次评估报告表明: 近百年来全球气候正经历一次以全球变暖为主要特征的显著变化, 20 世纪全球平均地表温度增加了 0.6℃左右, 20 世纪全球气温增幅最大的两个时期分别是 1910~1945 年和 1976~2000 年^[1]。联合国气候变化公约中明确指出, 干旱和半干旱地区或易受水灾、旱灾和沙漠化影响地区的国家以及具有脆弱化山区生态系统的发展中国家, 特别容易受到气候变化的不利影响^[2]。而且, 已有研究表明, 我国近百年来气候已经发生了明显的变化, 其趋势同全球变暖的总趋势一致。从地域来看, 我国气候变暖的主要地区是西北、华北、东北地区, 其中西北地区(陕、甘、宁、新)变暖的强度高于全国平均值^[3]。显然人们已经认识到了气候变化的大趋势, 并且已经开始关注气候变暖对于人类生存环境的影响力度和影响幅度, 那么面对这种现状我们应该作些什么呢? 鉴于我国西部自然和人类生态系统具有脆弱性, 未来的经济社会发展就要求提高系统的适应能力, 减少其脆弱性^[4]。而陕甘宁接壤区位于季风边缘, 水土流失严重, 是全球气候、环境变化相应的敏感区域, 生态环境很是令人担忧, 我们的研究则时刻关注于气候变化的趋势, 力求在正确反映气候变化过程和趋势的情况下为生态建设可行性方案的提出提供可靠及时的理论和现实依据, 这对于陕甘宁接壤区山川秀美工程的实现具有十分重要的意义。

1 资料与方法

在此选取的是 1951~2004 年的气象资料, 包括延安地区(延安、吴旗、志丹、洛川、黄龙、富县、宜川、甘泉、延长、延川、安塞、子长), 榆林地区(榆林、衡山、绥德、定边、府谷、神木、佳县、米脂、靖边、子洲、吴堡、清涧), 固原地区(盐池、海源、同心、固原、西吉、隆德、泾源), 庆阳地区(西峰、华池、庆阳、正宁、环县、镇原、合水、宁县), 共 39 个测站的年平均气温、年极端气温和年平均降水量的记录(由于个别站点资料缺失, 在此所选数据取值为延安地区 1951~2004 年, 榆林地区 1971~2004 年, 固原地区 1954~2004 年, 庆阳地区 1951~2004 年, 年份缺失地区以现有地区的资料为基准), 利用回归分析和趋势分析, 并分年代统计气温和降水各年代在各种等级的发生频率, 对比分析气温和降水两大要素多年来的变化趋势及变化规律, 以求正确而全面地反映陕甘宁接壤区多年来的气候变化情况, 重点是研究自 1999 年退耕还林以来气候条件有无明显的改善。

2 陕甘宁接壤区的气候变化

我国将可能是受全球变暖影响最严重的国家之一^[5]。气候模式的最新预测显示, 在大气二氧化碳加倍的情况下, 21 世纪 70 年代我国的地表温度有可能明显上升, 上升幅度可达 2.2~3.0℃之间^[6]。还有研究表明: 气温的升高会增大地表水的蒸发量,

收稿日期: 2006-11-14

基金项目: 教育部哲学社会科学研究重大课题攻关项目“西部经济发展与生态环境重建研究”(04JZD00010); 教育部人文社会科学重点研究基地重大项目“陕甘宁老区生态脱贫途径研究”(05jzd770013)

作者简介: 张 芳(1981—), 女, 河北石家庄人, 在读硕士研究生, 主要从事资源开发与环境治理方面的研究, E-mail: zynnzf@126.

加重西北、华北的干旱, 2010~2030 年我国西部的缺水量约为 200 亿 m^3 ^[5]。

在全球气候大幅变化的大环境下, 许多专家学者专注于全球气候对中国西北地区生态环境所带来的影响, 其观点大致可分为三类: 一种观点认为, 在全球气候转暖的大环境下, 中国西北地区有向暖湿方向演化的趋势; 另一种观点认为, 随着气候的转暖, 蒸发量相应增加, 高山冰川融化, 雪线上移, 西北地区的气候将向干热方向演化, 干旱程度将会加重; 还有一种观点认为, 全球气候变化将导致中国西北地区气候频繁波动^[7]。

而在陕甘宁老区气候变化的致灾效应分析中, 有的学者已经分析得出结论: 陕甘宁老区气候正在变干变暖, 年均温、年极端气温升高, 平均相对湿度下降, 极端旱涝事件尤其是干旱的发生频率越来越高, 对脆弱生态环境的灾害更加严重。20 世纪 80 年代后期, 尤其是进入 90 年代以来, 陕甘宁老区降水的减少致使 20 世纪 90 年代成为陕甘宁老区水土流失最为严重的时期^[8]。

2.1 气温变化

2.1.1 年均温变化 由图 1 可见, 陕甘宁接壤区年平均气温一直在波动中持续上升, 线性倾向率可达 $0.25^\circ\text{C}/10\text{a}$ 。在 20 世纪 50 年代, 年均温初期降低, 后期升高, 1956 年是一个转折点, 此后大约有 10 a 的变化周期, 相继在 1967、1976、1984、1993 年达到本年代的最低值, 而 1999 年开始较 1998 年有所下降之后, 虽然 2000 年到 2003 年也有逐年增高的趋势, 但总体来说年平均气温的增长并没有逾越 1999 年的年均气温值。

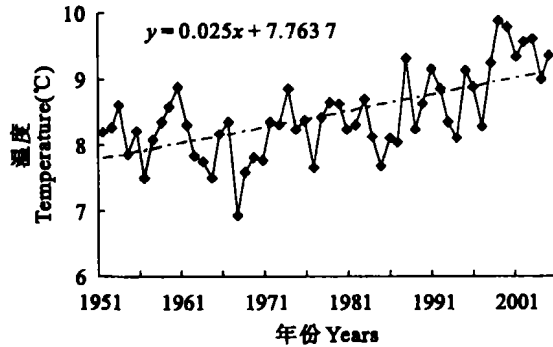


图 1 陕甘宁老区年平均气温变化

Fig. 1 Annual temperature changes in the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia

做多年平均气温和各年代平均气温的变化趋势对比图(图 2), 可以很明显地看到各年代的年平均

气温值变化趋势, 结合表 1 进行分析得出结论, 20 世纪 60 年代的年平均气温相比较于 50 年代虽然有一个降低的过程, 但是进入 70 年代以后, 各年代的平均气温一直保持高速增长的过程, 尤其是 1990 年之后, 年平均气温值在多年平均值之上居高不下。80 年代年平均气温比 70 年代仅增长了 0.1%, 到了 90 年代, 年均温竟然比 80 年代增长了 7.6%, 而 2000~2004 年 5 a 的气温均值又比 90 年代增长了 4.6%, 高于多年平均值 0.93°C 。

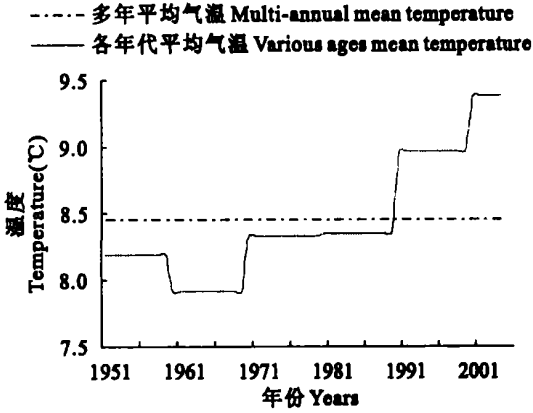


图 2 陕甘宁老区多年平均气温和各年代平均气温变化

Fig. 2 Multi-annual mean temperature and various ages mean temperature changes in the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia

从多年平均气温距平值变化趋势图(图 3)上也可以分析看出, 60 年代正距平年仅占 10%, 到 70、80 年代升为 30%, 而 90 年代以后正距平年所占的比例明显升高, 一跃而至 70%, 并且在 1999 年之后的五年里始终处于正距平状态, 气温值居高不下。这些都很明显地表征出多年以来年平均气温在总体上保持着一个很高的增长趋势。

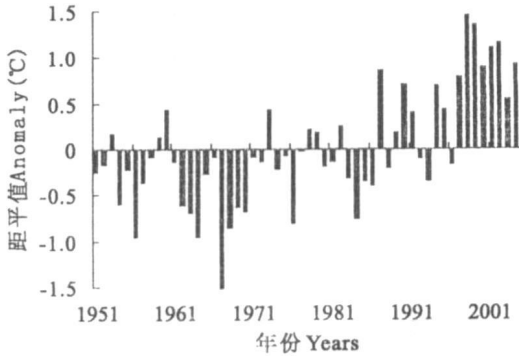


图 3 陕甘宁老区气温距平值变化

Fig. 3 Anomalies of temperature in the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia

表 1 陕甘宁接壤区各气象要素平均值变化

Table 1 Annual meteorological element changes in the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia

项目 Items	各年代平均值 Various ages mean value						多年平均值 Multi-annual mean value	2000~2004 年与 多年平均值差值 Difference value of 2000~2004 and multi-annual mean value
	1950 's	1960 's	1970 's	1980 's	1990 's	2000~2004		
年平均气温(℃) Annual mean temperature	8.19	7.92	8.33	8.34	8.97	9.38	8.45	0.93
年极端最高温(℃) Annual highest temperature	33.71	32.85	34.29	33.46	34.30	35.04	33.84	1.2
年极端最低温(℃) Annual lowest temperature	-21.87	-19.89	-20.70	-20.03	-19.82	-20.59	-20.45	-0.14
年平均降水(mm) Annual mean precipitation	464.42	504.68	451.39	443.89	434.52	421.03	456.11	-35.08

做陕甘宁接壤区的年均气温年代际变化频率表(表 2),每逢 10 a 做一次统计,如以 1950~1959 年为 50 年代,1960~1969 年为 60 年代,以此类推,到 90 年代之后,2000~2004 年 5 a 为一阶段,分析年均气温各种等级的发生频率。从表 2 可以看出,从 1951 年到 2004 年,年平均温度较高值的出现频率逐年增加,在 50 年代大于 9.0℃ 的年平均气温值从来没有出现过,可是自从 1999 年之后,年均温居然在 9.0℃ 以上居高不下,大于 9.5℃ 的年均温值出现

频率达到了 40%。
中国科学家在国外气候模式的基础上,发展和建立了自己的气候模式,预测出我国未来平均温度将继续上升,到 2010~2030 年,全国平均气温可能上升 2.12℃。做 2030 年和 2050 年的气温地理分布图,对比分析,可以很明显地看到气温的增加幅度将是 由南向北增大,西北和东北地区温度上升明显,到 2030 年,我国西北地区气温可升高 1.9~2.3℃^[3]。

表 2 陕甘宁接壤区年平均气温年代际变化频率(%)

Table 2 Decadal annual temperature variation frequency of the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia

年代 Age	等级 Rank							
	≥6.0℃	≥6.5℃	≥7.0℃	≥7.5℃	≥8.0℃	≥8.5℃	≥9.0℃	≥9.5℃
1950 's			100	89	22			
1960 's	100	90	80	40	10			
1970 's				100	80	30		
1980 's				100	90	30	10	
1990 's					100	70	50	20
2000~2004							100	40

然而,从所给数据分析来看,1999 年之后,虽然 2001 年和 2004 年的年平均气温值与上一年相比在一定程度上有所回升,但是相对于 1999 年来说还是有所下降的,在一个小周期内的变化趋势比较乐观。
2.1.2 年极端气温变化 结合图 4 和表 1 进行分析可见,年极端最高气温的总体增高仍然是一个很严重的问题,它在波动中呈现不断上升的趋势,线性倾向率为 0.234℃/10a。各年份的年极端最高温度变化周期和规律不明显,虽然于 1952~1964 年间在波动中有所下降,但是 1966 年很快达到一个高峰,继此之后,又于 1973 年达到另外的一个高峰。相对

而言,1975 年到 1996 年之间可以说是一个年极高温度值较低的时期,但是从 1996 年之后年极高气温再次开始迅速地回升,致使 2000 年到 2004 年间的年极端最高气温平均值较其多年平均值增长了 1.2℃。
然而从 1999 年之后来看,虽然 2000 年年极端最高温度值较之有所升高,但其从此之后在一个小周期内还是有逐年下降的趋势的,只是 2004 年较 2003 年略有回升。虽然这对于大的气候变暖背景来说只是一个微弱的缓和,但对于气候的转型却也有着极其重要的作用。

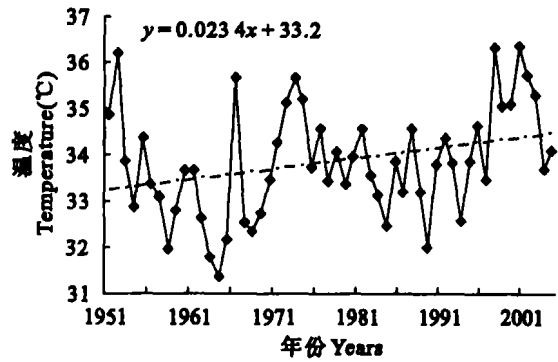


图 4 陕甘宁老区年极端最高温变化

Fig. 4 The annually highest temperature changes in the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia

结合图 5 和表 1 对年极端最低气温进行分析, 年极端最低气温也处于一个波动中的逐渐上升过程当中, 其线性倾向率为 $0.272^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。各年份的变化周期短且规律性不是很明显, 约为 $4\sim 5\text{ a}$ 的周期变化。年极端最低温度值在高与低之间浮动的过程中悬殊比较大, 平均差异为 4.97°C 。继 1999 年之后 2000 年的年极端最低气温值稍有降低后便迅速升高至 -17.5°C , 而后于 2002 年又降至 -24.3°C , 变化比较剧烈, 幅度比较大, 并且在此后的两年中依然有逐年上升的趋势, 可是 2000~2004 年 5 a 的年极端最低气温平均值和 90 年代相比较却有所下降, 约为 0.77°C , 比年极端最低气温多年平均值也略有下降, 约为 0.14°C 。

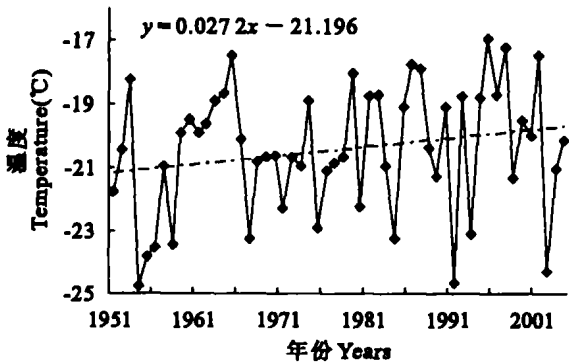


图 5 陕甘宁老区年极端最低气温变化

Fig. 5 The annually lowest temperature changes in the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia

可见, 年极端气温同年平均气温的变化趋势具有一致性, 都在保持着一种波动中总体上升的大趋势, 只是 1999 年以后, 从逐年角度分析, 无论是年极端气温还是年平均气温都有一个下降的变化趋势, 证明在大的气候暖干化背景下还是有比较好的良性转变倾向的。

2.2 降水

关于降水, 曾有学者预测, 在未来 100 年里, 我国年平均降水将呈现增加趋势, 各个分区比较, 西北地区的降水增加趋势明显。增加的数值一般在 20% 以上, 最大为甘肃省, 增加率为 30%, 而西北地区平均增加率为 25%。总体来说, 温室气体的增加将会使西北地区向暖湿方向发展^[3]。

如图 6 显示, 年平均降水量的值却仍然在波动中不断减少, 其线性倾向率可达 $-12.195\text{ mm}/10\text{a}$, 逐年变化的周期比较短, 不是很明显, 缺乏规律性。总体而言, 年平均降水量在 50 年代末到 60 年代前期还是有所增长的, 只是从 1964 年达到其最高值 716.76 mm 之后, 就开始趋于下降, 尤其是 60 年代末到 70 年代初的降低速度甚为可观。之后的波动幅度不是很大。然而单从 1999 年之后来看, 年均降水量值却有逐年上升的趋势, 这无疑也是一种良性的转变, 只是在 2004 年又突然有一个比较大幅的下降。

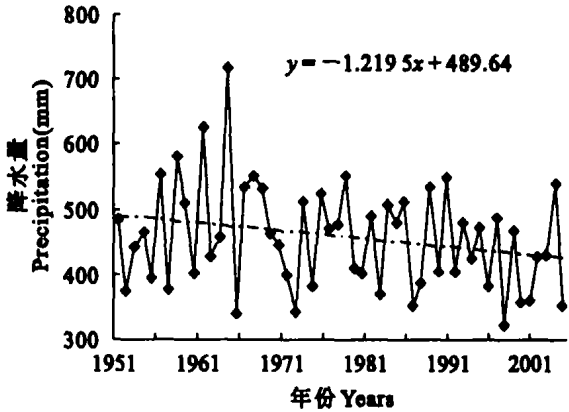


图 6 陕甘宁老区平均降水量变化

Fig. 6 The annually precipitation changes in the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia

结合图 7 和表 1 进行分析, 得出结论, 50 年代相对来说是一个比较湿润的时期, 而 60 年代则是降水的丰水期, 进入 70 年代以后年均降水量的减少幅度骤然增大, 比 60 年代减少了 10.6%, 而且, 逐年发展中其一直处于减少状态, 80 年代比 70 年代减少了 1.7%, 90 年代比 80 年代减少了 2.1%, 2000~2004 年 5 a 之内, 年均降水量的平均值比 90 年代竟然减少了 3.1%, 与多年年均降水量的平均值相比减少了 35.08 mm。

从多年降水量距平值变化趋势图(图 8)上也可以很直观地分析出, 60 年代正距平年占 70%, 进入 70 年代以后, 下降到 50%, 并按这个比例保持到 90 年代, 1999 年之后, 正距平年所占的比例明显减少,

只有 2003 年年平均降水量比较丰沛。

做年平均降水量的年代际变化频率表(表 3), 同样以每 10 a 为一个年代, 如以 1950~1959 年为 50 年代, 1960~1969 年为 60 年代, 进入 21 世纪之后 2000~2004 年 5 a 为一阶段, 分析年平均降水量各种等级的发生频率, 得出结论是 60 年代为一个典

型的降水丰水期, 虽然年均降水量最高值达到 700 mm/a 的出现频率并不高, 然而随着时代的发展, 其却有逐年减少的趋势, 2000~2004 年五年期间甚至没有超过 500 mm 的年份, 达到 450 mm 的也仅占到 20%。

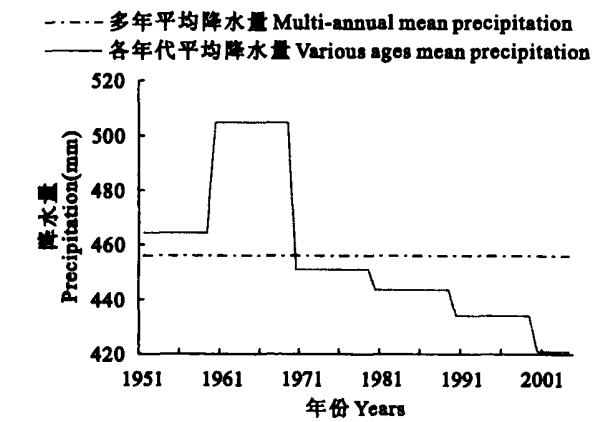


图 7 陕甘宁老区多年平均降水量和各年代平均降水量变化
Fig. 7 Multi-annual mean precipitation and various ages mean precipitation changes in the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia

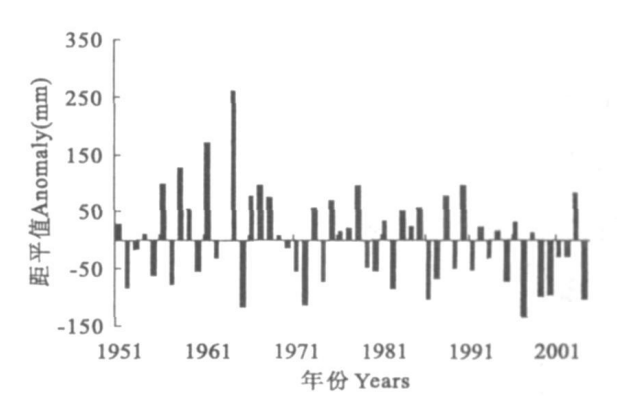


图 8 陕甘宁老区降水距平值变化
Fig. 8 Anomilies of precipitation in the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia

表 3 陕甘宁接壤区年平均降水量年代际变化频率

年代 Age	等级 Rank							
	≥300 mm	≥350 mm	≥400 mm	≥450 mm	≥500 mm	≥550 mm	≥600 mm	≥700 mm
1950 's		100	67	56	33	22		
1960 's	100	90	90	70	50	30	20	10
1970 's	100	90	80	50	30	10		
1980 's		100	70	50	30			
1990 's	100	90	70	50	10			
2000~2004		100	60	20				

2.3 各分区气候要素变化分析

分别做陕甘宁接壤区各分区的年平均气温、年极端最高气温、年极端最低气温和年平均降水量的变化趋势曲线图(图略), 并总结各气象要素的变化

趋势线性方程(表 4), 分析可知, 各分区气象要素值的变化无论是平均值还是极端值总是基本保持一致, 只是各自的增长速度有所不同。

表 4 陕甘宁接壤区各分区气象要素的线性变化方程

分区 Various districts	气象要素 Meteorological element			
	年平均气温 Annual mean temperature	年极端最高温 Annual highest temperature	年极端最低温 Annual lowest temperature	年平均降水量 Annual mean precipitation
延安地区 Yan'an district	$Y=0.0068X+9.1625$	$Y=0.0068X+35.029$	$Y=0.0378X-21.209$	$Y=-2.4236X+592.91$
榆林地区 Yulin district	$Y=0.0406X+7.8773$	$Y=0.0147X+35.532$	$Y=0.0008X-21.218$	$Y=-1.4983X+453.26$
固原地区 Guyuan district	$Y=0.0192X+6.2163$	$Y=-0.0092X+32.084$	$Y=0.0712X-24.481$	$Y=-0.3519X+361.79$
庆阳地区 Qingyang district	$Y=0.0301X+7.9898$	$Y=0.0424X+31.976$	$Y=0.0283X-19.059$	$Y=-0.82X+558.53$

就年平均气温而言,榆林地区增长速度最为突出,其线性倾向率达到 $0.406^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,与延安 ($0.068^{\circ}\text{C}/10\text{a}$),庆阳 ($0.301^{\circ}\text{C}/10\text{a}$),固原 ($0.192^{\circ}\text{C}/10\text{a}$)三个地区相比变化更加剧烈。

对于年极端最高气温,除固原地区 ($-0.092^{\circ}\text{C}/10\text{a}$)略有下降外,延安、庆阳、榆林三个地区在很大程度上仍旧处于上升的过程当中,增长速度尤以庆阳地区为快,达到 $0.424^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,其次是榆林地区为 $0.147^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,最后是延安地区为 $0.068^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。年极端最低气温则以固原地区增长最为迅速,达到 $0.712^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,其次是延安地区为 $0.378^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,再次是庆阳地区为 $0.283^{\circ}\text{C}/10\text{a}$,最后是榆林地区为 $0.008^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 。

年平均降水量以延安地区减少最为迅速,甚至达到 $-24.236\text{ mm}/10\text{a}$,其次是榆林地区为 $-14.983\text{ mm}/10\text{a}$,再次是庆阳地区为 $-8.2\text{ mm}/10\text{a}$,最后是固原地区为 $-3.519\text{ mm}/10\text{a}$ 。

2.4 气温和降水的关系

对比图 2 和图 7 不难看到,气温和降水的步调一致,趋势相反,只有 1950 年到 1960 年之间气温降低,降水量增加是一个良好的气候变化过程。从 1970 年开始,各年代气温值就开始不断回升,而降水量值则不断下降,两者变化都比较激烈。

气候的暖与干两个因子又是相互影响、相互促进的,气温在增加的同时降水却在减少,即气候在变暖的同时却日益干旱,而干旱又会促使气候进一步变暖,循环的结果只能是气候的日益暖干^[12]。所以据有关研究表明,西北地区目前正处于全球气候波动的暖干期,在未来的几十年甚至几百年中,在全球气候转暖的大环境下,西北地区降水量的变化也不容乐观,反而温度升高,蒸发量加大,脆弱的生态环境,叠加人为活动的影响,对生态环境建设的难度加大^[7]。

然而 1999 年之后逐年来看,温度逐渐降低,降水量逐渐增多,这对于大的气候变暖背景下气候类型的转变却是一个好的征兆。

3 生态环境效应

在生态环境安全问题中,许多问题都直接与气象和气候资源有着密切的关系,气温和降水作为气候资源的重要组成因子,则对生态环境的优良与否有着举足轻重的作用。

通过对陕甘宁接壤区 1951 年到 2004 年气温和降水的分析我们已经看到,在此期间年平均气温在以 $0.25^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速度不断升高,与此同时年平

均降水量却在以 $-12.195\text{ mm}/10\text{a}$ 的速度不断减少,气温的升高和降水的减少两者相辅,再加上陕甘宁接壤区地理位置上深居祖国内陆,不能接受来自海洋的湿润气流,气候走向暖干化便成为一种大的趋势。首先,气温的升高造成土壤水和地表水的大量蒸发,从而影响到植物的自然生长,减少植被的覆盖率,并直接导致地表土质疏松,增加风沙天气的发生频率,加速水土流失的速度,最终使得生态环境更加恶劣,气象灾害频繁发生,加重干旱的程度。

然而,自 1999 年国家实施退耕还林政策以来,从总体趋势上看,年平均气温逐年降低,年平均降水量逐年升高,西北生态脆弱的陕甘宁接壤区部分地方已经出现大片生态恢复区,越来越多的黄土地呈现出勃勃的绿色生机。据 2006 年 5 月 12 日的最新报道,陕西省局部地区生态状况得到了明显改善。水土流失恶化的趋势得到遏制,特别是过去缺林少树的陕北黄土高原生态明显改善^[14]。而甘肃省早在 2005 年就报道由于退耕还林,部分地区的林木已经郁闭成林,水土流失得到控制,风沙危害明显减轻,基本实现了“水不下山,泥不出沟”^[15]。固原自 2000 年实施退耕还林以来,生态环境也得到明显改善,林草植被大面积恢复^[16]。

但是,由于 1999 年之后的环境改善也是建立在气候暖干化的大背景之下的,所以生态环境现状依然很是让人担忧。据报道,陕西省是个十年九旱的省份,每年都有区域性和季节性的干旱灾害发生。从 2001 年以来,陕西省春旱连年发生,降雨量平均减少 40.9 mm 。重复受旱区域集中,全省年均受旱面积达 $3\,190$ 万亩,尤以榆林市严重^[17]。2005 年庆阳市的环县遭遇了十年不遇的特大旱灾,而且出现了罕见的“四季连旱”^[18]。而固原市自 2006 年 6 月以来,出现了有史以来最为严重的干旱和持续高温^[19]。

就在 2006 年 6 月 22 日,中国气象报道,6 月 16 日至 19 日,陕西全省气温持续走高,特别是 6 月 17 日,全省有 30 多个气象站最高气温超过 40°C 以上,其中近 20 站最高气温突破历史极值,古城西安也出现了历史上最热的一天,最高气温为 42.9°C ,比历史极值高出 1.1°C ;6 月 14 日开始,甘肃大部分地方出现高温天气,最高气温达 39.0°C ,尤其是 17 日,庆阳、平凉、天水、陇南等市的大部地方突破了 6 月的历史极值;从 6 月 15 日开始,陕西气象部门连续发布了高温橙色或高温红色突发气象灾害预警信号,提醒有关部门和公众做好防暑降温保障工作^[20]。

由此可见,目前我们依然面临着的一个十分严峻的问题,就是气候的暖干化,气温的升高和降水的减少将继续作为一个重要的因素影响着陕甘宁接壤区的生态环境现状,为此我们还是要全力推行退耕还林还草政策,争取建立生态平衡体系的新“杠杆”来撬动陕甘宁接壤区的生态环境新局面,保持水土,防风固沙。

4 小 结

1) 陕甘宁接壤区的年平均气温、年极端最高温和年极端最低温分别以 $0.25^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, $0.234^{\circ}\text{C}/10\text{a}$, $0.272^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的速度在波动中缓慢升高。在各个不同的年代较高年平均气温的出现频率越来越高,负距平年所占比例不断减少。60年代大于 8.0°C 的年平均温度出现的频率仅占 10%,2000~2004 年五年时间里大于 9.5°C 的年平均温度出现频率竟高达 40%。而且,分区来看,各地区的变化趋势还有很大的一致性。

2) 1951~2004 年年平均降水量以 $-12.195\text{mm}/10\text{a}$ 的速度在波动中不断减少,在各个不同的年代较高年平均降水量的出现频率越来越低,正距平年所占比例不断减少。60年代年平均降水量曾经达到 700 mm,以后的年份里却逐年递减,2000~2004 年五年期间没有出现过大于 500 mm 的情况,大于 450 mm 的出现频率也仅占到 20%,五年的年均降水量平均值比 90 年代减少了 3.1%,而且各分区具有较高的一致性。

3) 从 1999 年之后逐年的角度来看,2000~2004 年年平均气温和年极端气温虽然不是始终处于下降的过程当中,在 2004 年均较前一年有所回升,但是在一个大的暖干化背景之下,还是有小周期内的降低趋势的。年平均降水量除了 2004 年较前一年有一个比较大幅的下降之外,也有逐年上升的趋势。所以,总体来说气候的变化还是一种良性的转变。这种转变将减少地表水的大量蒸发,促进植物的自然生长,从而为陕甘宁接壤区的生态环境重建工作提供有利的基础条件。

综上对于气候变化的分析,我们可以看到,虽然在 1999 年退耕还林以后气候条件和生态环境都有所改善,但是这个改善建立的基础却是大的气候暖干化背景,在很大程度上来说,今后气候发展的大趋势仍然不容乐观。为此,面对陕甘宁接壤区脆弱的生态环境,作者认为首先应该本着以人为本的精神,充分发挥人的主观能动性,培养人们强烈的环境意识,同时对人们进行灌溉、抗旱等新技能的培训,争

取做到全民动员,集大众智慧于一体。在退耕还林建造大片人工生态林的同时,全力促进天然自然植被的自然恢复力,乔灌草并重,有效利用珍贵的水资源,提高生态环境建设的科技含量,防止水土流失的继续恶化,在发展西部特色经济体系,增强经济实力的同时,时刻关注气候变化的动态,以便随时调整修复措施,提高老区抵御气候灾害的能力。

参考文献:

- [1] IPCC. Climate change 2001: The Science Basis Contribution of Working Group to the Third Assessment Report of the International Panel on Climate Change [M]. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2002.
- [2] (英)豪顿著·戴晓苏译.全球变暖[M].北京:气象出版社,1998.175.
- [3] 丁一汇,张锦,徐影.气候系统的演变及其预测[M].北京:气象出版社,2003.114.
- [4] 国家气候变化研究对策协调小组办公室,中国 21 世纪议程管理中心.全球气候变化:人类面临的挑战[M].北京:商务印书出版社,2004.101.
- [5] 占学都,王文远.全球气候变化研究:进展与展望[M].北京:气象出版社,2003.64.
- [6] 张称意,刘洪滨,罗勇.我国气候变化的事实、趋势及影响[J].吉林气象,2005,(2):17.
- [7] 张丽萍,张锐波.全球气候变化趋势下西北生态环境建设的动态响应[J].水土保持研究,2003,10(4):120-123.
- [8] 延军平.中国西北生态环境建设与制度创新[M].北京:中国社会科学出版社,2004.113-126.
- [9] 杨新,延军平.陕甘宁地区气候暖干化趋势分析[J].干旱区研究,2002,19(3):67-70.
- [10] 蔡新玲,张永红,高红艳.陕北地区近 46 年气候变化分析[J].陕西气象,2005,(4):21-24.
- [11] 朱炳瑗,林纾,陆登荣.甘肃省气候的年代际变化特征.中国西北干旱气候变化与预测研究(卷一)[M].北京:气象出版社,2000.74-78.
- [12] 王晓冬.陕甘宁地区气候变化及相关影响分析[J].干旱区地理,2004,27(1):24-28.
- [13] 孟猛,倪健,张治国.地理生态学的干燥度指数及其应用评述[J].植物生态学报,2004,28(6):853-861.
- [14] 陕西退耕还林取得四方面阶段性成果[EB/OL].http://xz.eastday.com/node2/node4/node181/node209/node214/userobject_lai30221.html,2006-05-12.
- [15] 李万江,田葆华.甘肃退耕还林带来农村新变化[EB/OL].<http://www.greentimes.com/News/lm-111/39237.asp>,2005-06-27.
- [16] 宁夏商务信息中心.宁夏固原市退耕还林工程建设成效显著[EB/OL].<http://guyuanshi.mofcom.gov.cn/column/print.shtml?/dongtai/200508/20050800268396>,2005-08-16.
- [17] 秦延安.陕西抗旱年均挽回经济损失约 23 亿元[EB/OL].<http://www.yellowriver.gov.cn/lib/2006-08-07/jj-071233-138241.shtml>,2006-08-07.

Study on the influence of climate change to winter wheat ecological characteristic in the east of Gansu

WAN Xin^{1,2}, WANG Run-yuan¹

(1. Institute of Arid Meteorology, CMA; Key Open Laboratory of Arid Climatic

Change and Reducing Disaster of CMA; Key Laboratory of Arid Climate Change and Reducing Disaster, Lanzhou, Gansu 730020; 2. Lanzhou Central Meteorological Observatory, Lanzhou, Gansu 730020, China)

Abstract: This paper analyzed the warming of Dongzhi Yuan, an incomplete Yuan as a typical representative of loess plateau, and the ecological response characteristics of winter wheat to such a change. The results showed that Dongzhi Yuan's mean warming linear trend up to 0.0507°C during the past 35 years, with all the indexes increasing, such as the mean temperature, the maximum temperature and the minimum temperature. The most remarkable temperature increasing occurred in winter and spring, then in autumn, while that in summer was the least. The warming's influence to the ecological characteristics of winter wheat was mainly showed by the shortening of the whole growth period and the advancing of most of the growth stages, while the interval has not presented the trend of shortening during spring. It is concluded that the warming of Dongzhi Yuan can cause certain adverse effects, such as the increase of winter wheat freezing injury probability in spring and the fading of existing variety adaptability, the apt condition for diseases and insect pests to live through the winter, the increase of soil moisture loss in winter etc, while it also has some positive effects like the shortening of the whole growth period, the earlier mature and the increase of land use efficiency.

Key words: climate warming; winter wheat; growth period

(上接第 79 页)

[18] 屠国玺, 王文娟. 甘肃人工增雨缓解旱情[EB/OL]. <http://www.yellowriver.gov.cn/lib/2006-05-10/jj-074144133705.shtml>, 2006-5-10.

[19] 剡文鑫. 固原极端天气创历年之最[EB/OL]. [http://www.nxnet.net/newspaper/2006-09-04/content-828262.htm](http://www.nxnet.net/newspaper/2006-09/04/content-828262.htm), 2006-9-04.

[20] 卞 及. 各地气象部门积极做好近期高温预报预警服务[EB/OL]. <http://www.weather.org.cn/jx-include/detail.asp?fileclass=Z&ID=11892>, 2006-06-22.

The climate change tendency of the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia and its effect on ecological environment

ZHANG Fang, DU Ji-wen, YAN Jun-ping

(College of Tourism and Environment Science, Shaanxi Normal University, Xi'an, Shaanxi 710062, China)

Abstract: Under the background of the global warming, as one of the Chinese serious soil erosion and climate change sensitive regions, the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia have received universal attention. In order to reflect the major tendency of the climate change in those areas, specially the improvement of the climate status since 1999, analysis is made of the temperature and precipitation record between 1951 and 2004 in 39 observatory stations by utilizing the linear regression method and tendency analysis method. The results show that: the warming-drying trend is obvious, and the areas has been under the dry status for many years, and the temperature becomes higher in fluctuation gradually, while the precipitation becomes smaller. This bad climate condition has been seriously affected the ecological environment building of the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia. Only after 1999, under the background of warming-drying trend, the temperature becomes lower, while the precipitation becomes bigger, which is a good climate change tendency and has the vital significance regarding climate reforming and the rebuilding of ecological environment.

Key words: temperature; precipitation; warming-drying climate; the contiguous areas of Shaanxi-Gansu-Ningxia; ecological environment