

甘肃省华家岭气候特征及其对防护林建设的影响

徐向宏¹, 王辉², 段雅楠²

(1. 甘肃农业大学 生命科学技术学院, 甘肃 兰州 730070; 2. 甘肃农业大学 林学院, 甘肃 兰州 730070)

摘要: 以甘肃省华家岭、安定、通渭 3 气象站 1961—2012 年气象要素观测资料和甘肃省森林资源二类清查资料为基础, 采用趋势分析和累积距平分析方法, 研究了华家岭近 50 a 来的气候特征及其对防护林建设的影响。结果表明, 近 50 a 来, 华家岭年平均降水量递减率为 -2.467 mm/a , 年平均气温递增率为 $0.024 \text{ } ^\circ\text{C/a}$, 区域气候呈现向暖干化方向发展趋势; 降水不足是华家岭低效防护林形成的一个重要自然因素, 而气候的干热变化更是加剧了干旱气候对当地雨养林业及生态环境建设的不利影响。

关键词: 华家岭; 气候; 气象因子; 防护林

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2014)01-0188-05

中图分类号: S727.2

Climate Characteristics and Its Influences on Protective Forest Construction in Huajialing of Gansu Province

XU Xiang-hong¹, WANG Hui², DUAN Ya-nan²

(1. College of Life Science and Technology, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China; 2. College of Forestry, Gansu Agricultural University, Lanzhou, Gansu 730070, China)

Abstract: Based on meteorological observation data from 1961 to 2012 at Huajialing, Anding and Tongwei stations and forest resources inventory data of Gansu Province, climate characteristics of the Huajialing over the past 50 years and its influences on the protective forest construction were analyzed using trend analysis and accumulative anomaly analysis methods. Results showed that decreasing rate of annual mean precipitation in the region over the past 50 years was -2.467 mm/a , increase rate of annual mean temperature was $0.024 \text{ } ^\circ\text{C/a}$, and regional climate showed a typical development trend to warm and dry. Lack of precipitation was an important natural factor for the formation of inefficient protective forest in the Huajialing, while warm and dry climate change exacerbated adverse effects of arid climate on the local rainfed forestry and ecological environment construction.

Keywords: Huajialing; climate; meteorological factor; protective forest

气候是人类生存的自然环境中变化最活跃、最复杂的因子之一, 影响到人类生活的各个方面。当今世界, 全球气候变化已引起各国政府、社会各界和科学工作者的高度重视^[1-4]。

随着对全球气候变化研究的不断深入, 区域性气候变化也已引起了广泛关注^[5-10], 而气候变化对农林业生产及区域生态环境的影响问题更是成为了多学科研究的热点^[11-15]。

西北黄土高原区是典型的气候变化敏感地带, 也是生态和农业脆弱地区^[16]。华家岭位于西北黄土高原丘陵沟壑区, 地处甘肃省中部的安定、通渭、会宁、静宁 4 县(区)接壤地带, 是黄河支流祖厉河、渭河支

流牛谷河的发源地, 华家岭山梁南北走向, 西南为牛营大山, 海拔为 2 505 m, 东南部为鹿山, 海拔为 2 580 m。境内沟壑纵横, 梁峁起伏, 坡陡沟深, 地形破碎, 植被稀少, 水土流失严重, 生态问题严峻。华家岭属温带半湿润向半干旱区过渡地带, 降水稀少, 寒冷干燥, 昼夜温差大, 光照充足, 热量不足, 灾害性天气频繁, 受害范围广。区域林业生态建设深受气候条件制约和气候变化的影响。

因此, 分析研究华家岭气候特征及其对防护林建设的影响, 将为探寻黄土丘陵区低效人工公益林改造的突破点提供科学依据, 对区域生态建设及农林业生产, 以及社会经济发展均具有重要的现实意义。

收稿日期: 2013-11-26

修回日期: 2013-11-28

资助项目: 甘肃省高等学校研究生导师科研项目“黄土丘陵区低效公益林改造技术及生态风险评估”(1202-01)

作者简介: 徐向宏(1955—), 男(汉族), 河北省涿州市人, 副教授。研究方向为生物统计学。E-mail: xuxh@gsau.edu.cn。

1 数据来源与研究方法

1.1 研究区防护林建设概况

华家岭的地带性植被属温带黄土高原中东部草原类型。其防护林带建设始于 1971 年,后经 1975、1978 年两次扩建和近年来的大力建设,形成了以西兰公路(旧 312 国道)为主线,沿黄土梁峁向二侧延伸的主林带一条,呈线型枝状分布的支林带 10 条,全长达 300 km 多,占地面积 6 400 hm² 多。华家岭林带前期造林树种以小叶杨(*Populus simonii* Carr.)、大官杨(*Populus xiaozhuanica* Hsu.)、青杨(*P. cathayana* Rehd.)等为主。由于受自然条件、营林技术等多方面的影响,目前,大部分杨树林带表现出生长停滞,树木老化,退化成了低效防护林。20 世纪 80 年代以来,该地区开始采用云杉(*Picea asperata* Mast.)、油松(*tabuliformis* Carr.)、落叶松(*Llaix gmelinii*)等作为植被恢复的主要树种,对生长不良的杨树防护林带进行更新改造。华家岭防护林作为黄土丘陵区生态公益林分,是甘肃中部黄土丘陵区

“三北”防护林体系工程建设的重要组成部分。但据森林资源二类清查统计,华家岭防护林中,杨树低产低效林分面积占有林地总面积的 66.1%,经过低效林改造后的云杉林和油松林仅占有林地总面积的 30.1%。

1.2 数据来源与研究方法

气象要素的各种统计量(均值、距平值、极值、变率等)是表述气候的基本依据。本文以华家岭气象站 1961—2012 年的气象要素观测资料为基础,以其接壤的安定、通渭 2 县(区)的气象要素变化资料为对照,采用趋势分析和累积距平分析法^[17-19],对研究区的年平均降水量、雾日数、年平均气温、年平均地面风速、大风日数等气象要素指标进行统计分析,并采用 *F* 检验法对变化趋势拟合方程进行显著性检验,以全面掌握研究区的气候特征,分析揭示区域气候的发展变化态势及其对防护林建设的影响。华家岭及接壤县区 1962—2012 年各气象因子的年平均值见表 1。研究区防护林建设数据来自甘肃省森林资源二类清查资料。

表 1 1961—2012 年华家岭及接壤县(区)各气象因子的年平均值

气象站点	海拔/ m	经度	纬度	降水量/ mm	雾日数/ d	气温/ ℃	大风日数/ d	风速/ (m·s ⁻¹)
华家岭	2 450.6	105.00E	35.38N	482.1	154.1	3.7	48.7	4.8
通渭	1 768.2	105.23E	35.22N	408.5	13.1	6.9	5.5	1.7
安定	1 897.2	104.62E	35.58N	395.2	9.4	6.9	4.3	1.9

2 结果与分析

2.1 华家岭近 50 a 的气候特征

2.1.1 华家岭大气水分条件及变化特征 水是生物生存的重要条件^[20],特别是在干旱、半干旱的雨养农业地区,大气降水条件更是直接制约着当地农业生产和林草植被的建设与持续发展。据 1961—2011 年的气象观测资料,华家岭近 50 a 来的年平均降水量为 482.1 mm,最大值出现在 1967 年(764.3 mm),最小值出现在 1982 年(293.0 mm),最大极差高达 471.3 mm。从各气象要素的年距平值变化及 50 a 的变化趋势线可看出,自 20 世纪 90 年代以后,华家岭年平均降水量距平值以负值为主,50 a 来的年平均降水量具有较为明显的减少趋势(图 1),其距平变化曲线线性拟合方程为: $y = -2.467x + 64.106$ ($r = 0.339$, $p = 0.015 < 0.05$)。表明其 50 a 的年平均降水量距平变化曲线线性拟合斜率为 -2.467,即 50 a 的年平均降水量递减率为 -2.467 mm/a。此降幅大于黄土高原 40 a

(1961—2000 年)降水量的递减率(-2.095 mm/a),也大于近 40 a 来全国年降水量的递减率(-1.269 mm/a)^[4,16]。

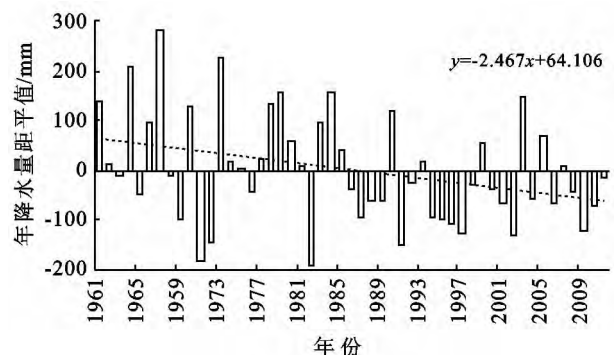


图 1 1961—2012 年华家岭年降水量距平值及变化趋势

与其接壤的安定、通渭 2 县(区)在同期的年平均降水量与华家岭具有相同的变化态势(图 2)。但 3 点相比,华家岭的年平均降水量分别较通渭、安定 2 县(区)高 15.3%,18.0%(表 1)。华家岭近 50 a 来年

的平均雾日数高达 154.1 d,比与其接壤的通渭、安定、2 县(区)的年平均雾日数分别高 11.8、16.4 倍。从各月差异看,以 7—10 各月份的雾日数为最多(表 2)。

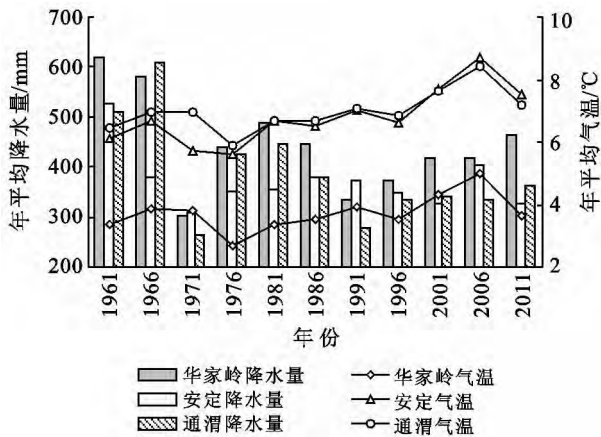


图 2 1961—2012 年华家岭及接壤县区年平均降水量与年平均气温的变化

2.1.2 华家岭大气热力条件及变化特征 华家岭近 50 a 的年平均气温为 3.7 °C,无霜期为 148 d,年平均日照时数 2 449.2 h。其中,年平均气温的最大值出现在 1998 年(5.08 °C),最小值出现在 1967 年(2.33 °C),

极差 2.75 °C。从年平均气温的距平值变化及 50 a 的变化趋势可看出,华家岭的年平均气温呈较为显著的上升趋势(图 3),其趋势线拟合方程为: $y=0.0242x-0.6284$ ($r=0.605, p=0.000<0.01$)。特别是自 20 世纪 90 年代以后,年平均气温高于平均值的年份占有绝对优势,与 20 世纪 70 年代相比,近 10 a 的大气温度平均值增加了 0.3 °C。但其中,2011 年是一个较为突出的低温年,其年平均温度较上年差值高达 18%。50 a 的年平均气温距平变化曲线线性拟合斜率为 0.024 2,即 50 a 的年平均气温递增率为 0.024 2 °C/a,此增幅稍小于黄土高原 40 a(1961—2000 年)的年平均气温递增率(0.026 °C/a),但显著高于近 40 a 来全国的增温速度(0.004 °C/a)^[4,16]。与其接壤的安定、通渭 2 县(区)在同期的大气温度条件具有相同的变化态势,但华家岭的年平均气温显著低于与其接壤的安定、通渭 2 县(区)(表 1,图 2)。

大气热力条件是决定地球上能量和物质运输转化的重要因素,其分布与变化对农林业生产及生态环境建设具有决定性影响。华家岭年平均温度的上升趋势,是构成该区域大气热力条件变化,以及区域气候暖干化发展的重要影响因素。

表 2 1961—2012 年华家岭及接壤县区月平均雾日数与大风日数

指标	气象站点	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
雾日数	华家岭	7.8	10.1	12.7	11.7	10.8	10.5	16.3	17.9	18.4	18.2	12.2	7.5
	通渭	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	1.1	1.2	1.6	2	1.2	0.3
	安定	0.3	0.3	0.5	0.5	0.4	0.8	1.3	1.3	2.3	3	1.5	0.9
大风日数	华家岭	1.8	2.7	5.5	7.8	7.5	5.4	3.3	3.7	3.4	3.5	2.5	1.6
	通渭	0	0.1	0.3	0.8	0.4	1.1	0.4	0.4	0.3	0	0.1	0
	安定	0	0.1	0.5	0.9	1.2	0.9	0.8	0.5	0.3	0.1	0.1	0.1

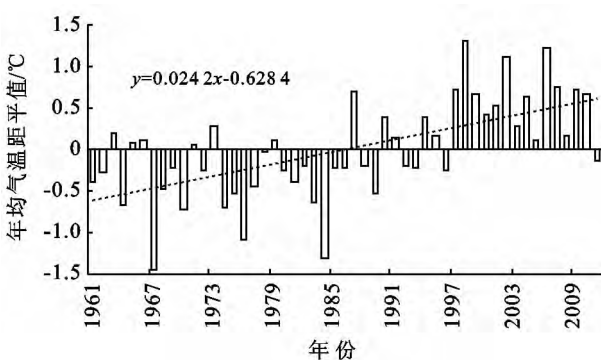


图 3 1961—2012 年华家岭年平均气温距平值及变化趋势

2.1.3 华家岭大气风力条件及变化特征 平均值计算表明,华家岭近 50 a 的年平均风速平均为 4.8 m/s,

年大风日数平均 48.7 d。华家岭的年平均风速和大风日数指标均显著高于接壤的安定、通渭 2 县(区),其中,年平均风速分别是通渭、安定的 2.82、2.53 倍,大风日数是通渭、安定的 8.85、11.30 倍(表 1)。从各月差异看,以 3—6 各月份的大风日数为最多(表 2)。据 1961—2012 年的气象观测资料,华家岭的年平均风速总体呈现小幅上升趋势(图 4),其趋势线拟合方程为: $y=0.04 \ln(x)-0.1207$ ($r=0.0129, p=0.367$)。但从不同年代华家岭年平均风速的变化差异可看出,在 20 世纪 70 年代,华家岭的年平均风速值最大,而近 10 a 的年平均风速值相对较小,与其接壤的安定、通渭县(区)在同期的大气风力因子具有相同的变化态势(图 5)。

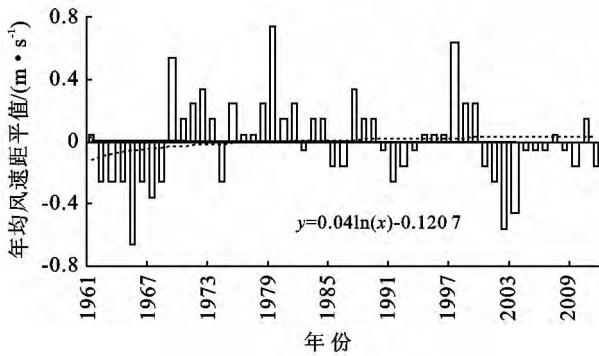


图 4 1961—2012 年华家岭年平均风速距平值及变化趋势

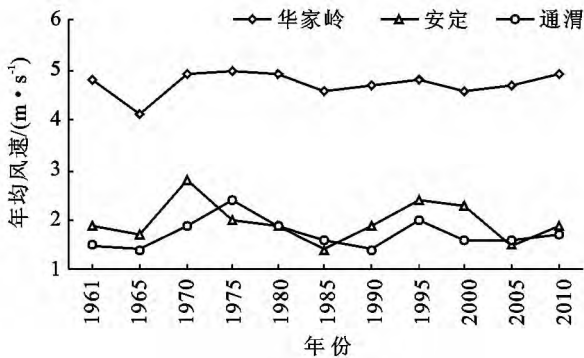


图 5 1961—2012 年华家岭及接壤县区年平均风速变化

2.2 气候条件对区域防护林建设的影响

2.2.1 降水量不足是该区杨树低效防护林形成的一个重要自然因素。低效生态公益林是指由于受到直接或间接人为因素的影响以及受自然灾害、生物灾害的影响,造成林分结构和稳定性失调,从而导致森林的生态服务和社会服务功能严重退化或丧失,并且在短期内依靠系统自组织力难以恢复的公益林林分^[21]。在生产经营活动中,一般是通过立地质量评价,将显著低于立地生产力及功能效益正常水平指标的林分确定为低效林,如生长量或生物量较同类立地条件平均水平低 30% 以上的林分,郁闭度小于 0.3 的中龄林以上的林分,遭受严重病虫害、干旱、洪涝及风、雪、火等自然灾害,受害死亡木(含濒死木)比重占单位面积株数 20% 以上的林分(林带),组成单一,结构不良,林相残败,防护功能低下,无培育前途的林分等^[22]。据调查,华家岭 20 世纪 70 年代营建的杨树林带,目前大多已树木老化,生长不良,林相残败,其中,林分郁闭度在 0.20~0.39 的有林地面积、蓄积分别都占到了杨树林地总面积、蓄积的 95% 以上,为典型的低产低效林分。

形成低效林的原因有两大类,即自然因素和人为因素,其中,灾害性天气和气候变化是形成低效林的一个重要的自然因素^[23]。华家岭地处西北黄土高原丘陵沟壑区,大气降水是防护林水分供给的唯一来

源。而华家岭气候干旱,近 50 a 的年平均降水量仅为 482.1 mm,降水量稀少是制约当地森林植被形成和发展的显著因素,加之该区防护林的主要造林树种杨树又具有喜水、喜肥、喜光的生理生态需求特征,因而,有限的水分供应条件致使林木水分长期持续亏缺,进而生长发育受影响,抗逆性降低,病虫害发生频繁。据调查,该区病虫害发生面积已占到林地总面积的 56.2%。特别是近年来,大气降水量呈现较为明显的减少趋势,而年平均气温则呈较为显著的上升趋势,区域气候持续性干热化发展,将更加不利于杨树防护林带的生长。因此,降水不足和气候的干热变化是导致该区杨树低效防护林形成的一个重要自然因素。

2.2.2 多雾天气对华家岭防护林的水分供应条件具有积极的调解和补充作用。在气候干旱的地区,雾对增加局部地区的大气湿度,缓解小气候干旱,促进区域林草植被的生长具有积极作用。受局部小地形影响,华家岭年平均雾日数高达 154.1 d,这对华家岭的大气水分状况和林木水分供应条件具有积极的调解和补充作用。近年来,华家岭防护林的主要造林树种调整为云杉。据调查,当地 22 年生尚属幼龄林的云杉林,其平均胸径、平均树高、单株蓄积量均已接近了平均林龄 37.5 a 的杨树林。对于云杉这样一个适合在温带湿润气候条件下生长的树种,在降水量不足的华家岭上能够健康生存,与其多雾天气对大气湿度的补充有密切关系。

3 结论

各气象因子变化特征分析表明,华家岭近 50 a 的年平均降水量递减率为 -2.467 mm/a ,年平均气温递增率为 $0.024 \text{ } ^\circ\text{C/a}$,区域气候近年来呈现较为显著的向暖干化方向发展的趋势。这一研究结果与姚玉璧等^[16]、程杰等^[24]、王鹏祥等^[25]在同类地区的研究结果相一致。气候的暖干化不仅直接影响农业生产,减缓雨养农业区粮食的增产速度^[26-27],也将对干旱、半干旱区的植被保护与生态建设产生较为显著的制约作用。

降水不足是华家岭低效防护林形成的一个重要自然因素,而气候的干热变化更是加剧了干旱气候对当地雨养林业及生态环境建设的不利影响。但年平均 154.1 d 的有雾天气,又对华家岭的大气水分状况和植物水分供应条件发挥着积极的调解和补充作用。

[参 考 文 献]

[1] 丁一汇. 气候变化[M]. 北京:气象出版社,2010:77-87.

- [2] 李思思,洪松,刘行健. 国际气候变化研究趋势[J]. 气候变化研究进展,2011,7(1):73-76.
- [3] 戴洋,罗勇,李秀萍. 从 2009 年度 Nature 杂志看气候变化研究进展[J]. 气候变化研究进展,2010,6(2):154-156.
- [4] 陈隆勋,朱文琴,王文,等. 中国近 45 年来气候变化的研究[J]. 气象学报,1998,56(3):257-271.
- [5] 高翔,白红英,张善红,等. 1959—2009 年秦岭山地气候变化趋势研究[J]. 水土保持通报,2012,32(1):207-211.
- [6] 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.
- [7] 黄建平,季明霞,刘玉芝,等. 干旱半干旱区气候变化研究综述[J]. 气候变化研究进展,2013,9(1):9-14.
- [8] 杜希溪,李锐,王飞. 渭河流域近 50 年来气候舒适度对气候变化的响应[J]. 水土保持通报,2013,33(2):53-57.
- [9] 裴彬. 近 30 年来甘肃气候变化趋势及其对干湿状况的影响[J]. 干旱区资源与环境,2009,23(9):90-94.
- [10] 武金慧,李占斌,沈中原. 甘肃省近 50 年降水量及气候变化趋势研究[J]. 干旱区资源与环境,2008,22(11):24-29.
- [11] 张谋草,段金省,李宗,等. 气候变暖对黄土高原塬区农作物生长和气候生产力的影响[J]. 资源科学,2006,28(6):46-50.
- [12] 刘彦随,刘玉,郭丽英. 气候变化对中国农业生产的影响及应对策略[J]. 中国生态农业学报,2010,18(4):905-910.
- [13] 韦惠兰,欧阳青虎. 气候变化对中国半干旱区农民生计影响初探:以甘肃省半干旱区为例[J]. 干旱区资源与环境,2012,26(1):117-121.
- [14] 张强,邓振镛,赵映东,等. 全球气候变化对我国西北地区农业的影响[J]. 生态学报,2008,28(3):1210-1218.
- [15] 姚玉璧,王润元,赵鸿,等. 甘肃黄土高原不同海拔气候变化对马铃薯生育脆弱性的影响[J]. 干旱地区农业研究,2013,31(2):52-58.
- [16] 姚玉璧,王毅荣,李耀辉,等. 中国黄土高原气候暖干化及其对生态环境的影响[J]. 资源科学,2005,27(5):146-152.
- [17] 孟秀敬,张士锋,张永勇. 河西走廊 57 年来气温和降水时空变化特征[J]. 地理学报,2012,67(11):1482-1492.
- [18] 姚玉璧,王润元,杨金虎,等. 黄土高原半湿润区气候变化对冬小麦生长发育及产量的影响[J]. 生态学报,2012,32(16):2630-2638.
- [19] 杨强,覃志豪,王涛,等. 榆林地区 1970—2010 年气候因子变化特征分析[J]. 干旱区地理,2012,35(5):695-707.
- [20] 李博. 生态学[M]. 北京:高等教育出版社,2000:33-37.
- [21] 胡庭兴. 低效林恢复与重建[M]. 北京:华文出版社,2002.
- [22] 国家林业局长防办,四川省林业勘察设计研究院. 低效林改造技术规程(LY/T 1690—2007)[S]. 北京:中国标准出版社,2007.
- [23] 张涛,全小川,惠谦,等. 低效(质)林改造的方法与效果分析[J]. 林业勘查设计,2004(3):30-31.
- [24] 程杰,呼天明,程积民. 黄土高原半干旱区云雾山封禁草原 30 年植被恢复对气候变化的响应[J]. 生态学报,2010,30(10):2630-2638.
- [25] 王鹏祥,杨金虎,张强,等. 近半个世纪来中国西北地面气候变化基本特征[J]. 地球科学进展,2007,22(6):649-656.
- [26] 王静,韩永翔,尉元明. 甘肃省雨养农业区气候变暖背景下秋粮生产脆弱性研究[J]. 干旱地区农业研究,2006,24(1):15-19.
- [27] 李兴茂,倪胜利,王立明. 陇东旱塬区降雨量演变与冬小麦产量和生长发育变化关系的探讨[J]. 干旱地区农业研究,2013,31(2):28-31.

(上接第 187 页)

- [14] 石崇,刘晓东. 1947—2006 年东半球陆地干旱化特征:基于 SPEI 数据的分析[J]. 中国沙漠,2012,32(6):1691-1701.
- [15] 李伟光,易雪,侯美婷,等. 基于标准化降水蒸散指数的中国干旱趋势研究[J]. 中国生态农业学报,2012,20(5):643-649.
- [16] 李伟光,侯美婷,陈汇林,等. 基于标准化蒸散指数的华南干旱趋势研究[J]. 自然灾害学报,2012,21(4):84-90.
- [17] 王文举,崔鹏,刘敏,等. 近 50 年湖北省多时间尺度干旱演变特征[J]. 中国农业通报,2012,28(29):279-284.
- [18] 王林,陈文. 近百年西南地区干旱的多时间尺度演变特征[J]. 气象科技进展,2012,2(4):21-26.
- [19] 施雅风. 中国西北气候由暖干向暖湿转型问题评估[M]. 北京:气象出版社,2003.
- [20] 丁一汇. 中国西北地区气候与生态环境概论[M]. 北京:气象出版社,2001.
- [21] 曹雯,申双和,段春峰,等. 中国西北潜在蒸散时空演变特征及其定量成因[J]. 生态学报,2012,32(6):3394-3402.
- [22] 中国气象局兰州干旱气象研究所[M]. 西北干旱检测指标数据集. 2011.
- [23] 杨建平,丁永建,陈仁升,等. 近 50 年来中国干湿气候界限的 10 年际波动[J]. 地理学报,2002,57(6):655-661.
- [24] 靳立亚,李静,王新,等. 近 50 年来中国西北地区干湿状况的时空分布[J]. 地理学报,2004,59(11):847-854.