

陕西省日照时数季节变化特征分析

高蓓^{1,2}, 卫海燕¹, 郭彦龙¹, 董金芳²

(1. 陕西师范大学 旅游与环境学院, 陕西 西安 710062; 2. 陕西省农业遥感信息中心, 陕西 西安 710015)

摘要: 利用 1961—2010 年陕西省 95 个气象站点的观测数据, 采用 Mann—Kendal 非参数检验方法和 EOF 经验正交分解法, 对陕西省近 50 a 来四季日照时数的变化特征进行了趋势性分析。结果表明, 50 a 来, 陕西省日照时数的下降出现在夏季和冬季, 其中夏季减少趋势通过了 $p=0.01$ 的显著性检验。春季和秋季变化表现为上升趋势, 但上升趋势不明显; 四季日照时数的主要下降中心在延安地区中部和宝鸡地区西部, 不同季节气候变异中心的位置会发生变化。

关键词: 日照时数; 季节变化; Mann—Kendal; EOF 法

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2013)01-0178-04

中图分类号: P422.11

Variation Characteristics of Seasonal Sunshine Duration in Shaanxi Province

GAO Bei^{1,2}, WEI Hai-yan¹, GUO Yan-long¹, DONG Jin-fang²

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

2. Shaanxi Provincial Remote Sensing Information Center for Agriculture, Xi'an, Shaanxi 710015, China)

Abstract: Based on the data observed at 95 meteorological stations of Shaanxi Province from 1961 to 2010, Mann—Kendall trend test and EOF analysis were used to study the tendency of the variation characteristics of seasonal sunshine duration. Results showed that the seasonal sunshine duration decreased in summer and winter in the last 50 years, of which the decreased trend in summer passes significance test at $p=0.01$ confidence level. The seasonal sunshine duration showed increased trends in spring and autumn, but the trends were not significant in spring and autumn. The anomalous centers of the seasonal sunshine duration were mainly in the central Yan'an City and the west of Baoji City, and they were different in different seasons.

Keywords: sunshine duration; seasonal variation; Mann—Kendal; EOF

20 世纪全球气候增暖显著^[1], 太阳作为地球的能量, 其活动变化是气候变化的主要驱动力^[2]。日照时数作为太阳活动的表现形式, 是气候资源的重要因素之一, 研究其变化特征对清洁能源开发, 农业生产合理布局 and 旅游资源的发展有着重要意义^[3-5]。近几十年来, 国内外有不少学者对太阳辐射、日照时数的气候变化进行过研究。Standil 等^[6], Wild 等^[7], Power^[8], Kaiser 等^[9] 研究发现全球许多地区到达地面的太阳辐射变化明显, 其中 20 世纪 50—80 年代全球大部地区太阳辐射是下降的, 80 年代以后, 全球部分地区太阳辐射呈上升趋势。徐宗学等^[10] 认为黄河流域 1958—2001 年的日照时数总体上呈下降趋势。郭军等^[11] 发现近 40 a 天津地区日照时数呈明显的下降趋势, 能见度下降是造成日照时数减少的主要原因。何彬方等^[12] 认为 1955 年以来, 安徽省年日照时数呈显著减

少的趋势, 除春季变化不明显外, 其他季节显著减少。华维等^[13] 指出近 47 a 来青藏高原四季和年代际日照时数总体呈减少趋势, 但有明显的区域差异; 近 35 a 青藏高原年日照时数则表现为青藏高原西部、西藏西南部和青海西南部年日照时数增加, 其他地区以减少趋势为主。吴林荣等^[14] 认为陕西太阳辐射和日照时数呈现出一致性的从北到南递减趋势, 且在渭北高原一带存在太阳辐射和日照时数的次高区, 同时指出了陕北地区 4—8 月, 关中、陕南地区 5—8 月是太阳能资源利用的最佳时期。然而, 针对陕西省日照时数季节空间分布变化特征的研究目前还未看到^[15-19]。

本文以陕西省境内 95 个气象站的观测数据为基础, 分析陕西省日照时数四季的时空变化特征, 以期对陕西农业资源布局和清洁能源的开发利用提供参考。

收稿日期: 2012-02-12

修回日期: 2012-04-19

资助项目: 国家科技部公益性行业(气象)科研专项“太阳能预报技术研究”(GYHY201006036); 国家科技支撑计划项目“极端天气气候事件数值模拟”(2007BAC29B03)

作者简介: 高蓓(1977—), 女(汉族), 江苏省连云港市人, 硕士研究生, 工程师, 研究方向为气候变化与 GIS 应用。E-mail: gi_gi_sun@163.com。

通信作者: 卫海燕(1966—), 女(汉族), 陕西省西安市人, 副教授, 主要从事 GIS 与地理建模研究。E-mail: weihy@snnu.edu.cn。

1 资料与方法

所用资料为陕西省 95 个气象站点逐月的日照时数观测资料。所选数据时段为 1961—2010 年,对每个台站的资料进行整理和质量检测,获取其季节特征序列。季节划分是:3—5 月为春季,6—8 月为夏季,9—11 月为秋季,12 月至翌年 2 月为冬季。所用的统计方法有气候倾向率、非参数 Mann—Kendall(简称 M—K)检验、EOF 分析和灰色关联分析^[20-23]。

2 四季日照时数的变化趋势分析

2.1 四季日照时数的变化趋势

从陕西省四季日照时数的逐年变化,逐年累积距平变化,M—K 统计量曲线(表 1—2,图 1)可以看出,春季和秋季日照时数变化表现为上升趋势,夏季和冬季日照时数表现为下降趋势,其中夏季日照时数下降最显著(通过了 $p=0.01$ 的显著性检验),每 10 a 下

降 21.16 h, β 值为 -2.28,下降转折从 1980 年开始,1961—1980 年夏季日照时数基本高于 50 a 平均值,其后基本低于 50 a 平均水平。冬季日照时数每 10 a 下降 7.95 h(未通过 $p=0.05$ 的显著性检验), β 值为 -0.85,下降转折点为 1983 年。春季日照时数每 10 a 上升 8.56 h(未通过 $p=0.05$ 的显著性检验), β 值为 0.46,上升转折点为 1998 年。秋季日照时数每 10 a 上升 0.72 h, β 值为 0.09,即秋季日照时数无明显变化。

进一步分析月日照时数变化趋势可知,夏季日照时数的显著下降是因为 6,7,8 月日照时数减少趋势的 M—K 统计值均超过 2.5,都通过 0.01 的信度显著性检验;春季以 5 月,冬季以 1 月的贡献率最大,1 月和 5 月日照时数趋势的 M—K 统计值分别为 -2.21 和 2.47,都通过了 $p=0.05$ 的显著性检验;秋季 3 个月日照时数减少趋势的 M—K 统计值均未通过 0.05 的信度显著性检验。

表 1 1961—2010 年陕西省各年代、各季日照时数及变化倾向率

年代	不同区域多年平均日照时数/h				不同季节日照时数/h				年变化倾向率/ ($h \cdot 10^{-1} \cdot a^{-1}$)	年趋势 系数
	全省	陕北	关中	陕南	春季	夏季	秋季	冬季		
1961—1970	2 044.4	2 152.4	2 202.1	1 778.6	525.9	663.7	422.7	451.4	13.95	0.025
1971—1980	2 096.8	2 307.0	2 196.6	1 786.9	550.6	652.0	461.7	433.5	2.61	0.008
1981—1990	1 898.8	2 210.0	1 952.0	1 534.3	521.8	560.4	412.9	403.7	-3.09	-0.071
1991—2000	1 993.5	2 260.3	2 058.8	1 661.4	522.7	606.0	442.4	422.7	16.86	0.449*
2001—2010	2 003.8	2 272.5	2 087.6	1 651.3	584.1	579.3	428.7	411.8	-18.00	-0.519*
1961—2010	2 007.5	2 240.4	2 099.4	1 682.5	541.0	612.3	433.7	424.6	-1.67	-0.177

注: * 表示通过 $p=0.01$ 的 F 显著性检验。下同。

表 2 1961—2010 年陕西省日照时数时数的特征值分析

时段	春季				夏季				秋季				冬季			
	全省	陕北	关中	陕南	全省	陕北	关中	陕南	全省	陕北	关中	陕南	全省	陕北	关中	陕南
变异系数/%	10.90	9.90	12.40	13.20	10.50	8.50	13.10	14.10	14.30	10.30	16.80	20.30	12.38	7.30	15.00	19.00
气候倾向率	8.60	14.30*	6.80	4.60	-21.10**	-6.10	-31.30**	-27.20**	0.70	6.80	-2.60	-2.10	-8.00	-0.00	-10.60	-13.20*
M—K 统计量	1.83	2.14	1.87	1.52	-3.74	-1.83	-4.57	-3.91	1.31	1.80	-1.41	-1.71	-1.87	-1.12	-1.72	-2.27
Kendall 倾斜度 β	0.46	1.15	0.46	0.18	-2.28	-0.64	-3.27	-2.81	0.09	0.36	-0.29	-0.24	-0.85	-0.01	-1.11	-1.18

注: ** 表示通过 $p=0.05$ 的 F 显著性检验; 气候倾向率单位为 $h/10 a$ 。

从地区上来看,陕北日照时数在春季上升最显著(通过了 0.05 的信度显著性检验),关中日照时数在夏季下降最显著(通过了 0.01 的信度显著性检验),陕南日照时数在夏季和冬季下降最显著(通过了 0.01 的信度显著性检验)。

2.2 四季日照时数变化趋势的空间分布

分季节对陕西省的 95 个台站日照时数作 EOF 分析,得到其载荷向量 L_V 能较好地反映陕西季日照时数的空间特征。图 2 为四季第 1 特征载荷向量的空间分布,可以看出:

(1) 春季,前 5 个模态分别占总方差的 64.5%, 6.4%, 3.4%, 2.8% 和 2.4%。第 1 模态体现了陕西春季日照时数空间分布的主要特征。从第 1 载荷向量的分布来看,全省为一致的正值分布,正值中心位于铜川、宝鸡的中北部和西安的东部,反映了陕西日照时数时数的变化在第 1 空间尺度上具有较好的全省一致性特征。

(2) 夏季,前 5 个模态分别占总方差的 62.5%, 8.1%, 4.2%, 3.4% 和 2.5%。第 1 模态载荷向量场正中心区主要位于宝鸡西部、延安的中部,全省为一致的正值区。

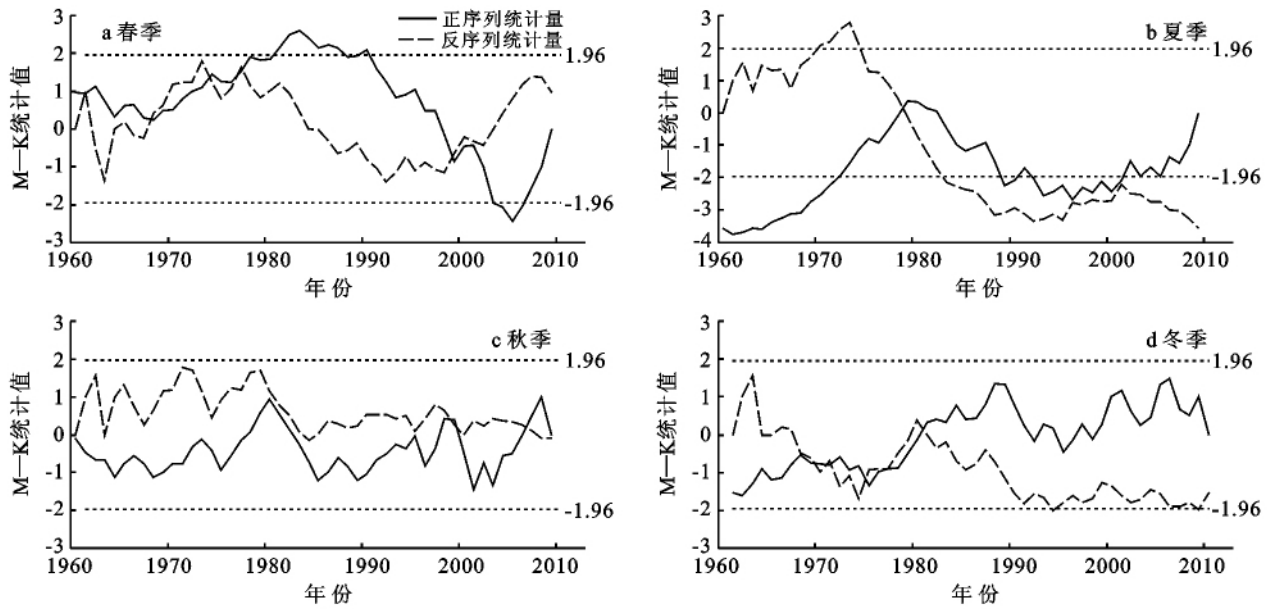


图 1 1961—2010 年陕西省四季日照时数的 Mann-Kendall 统计量曲线

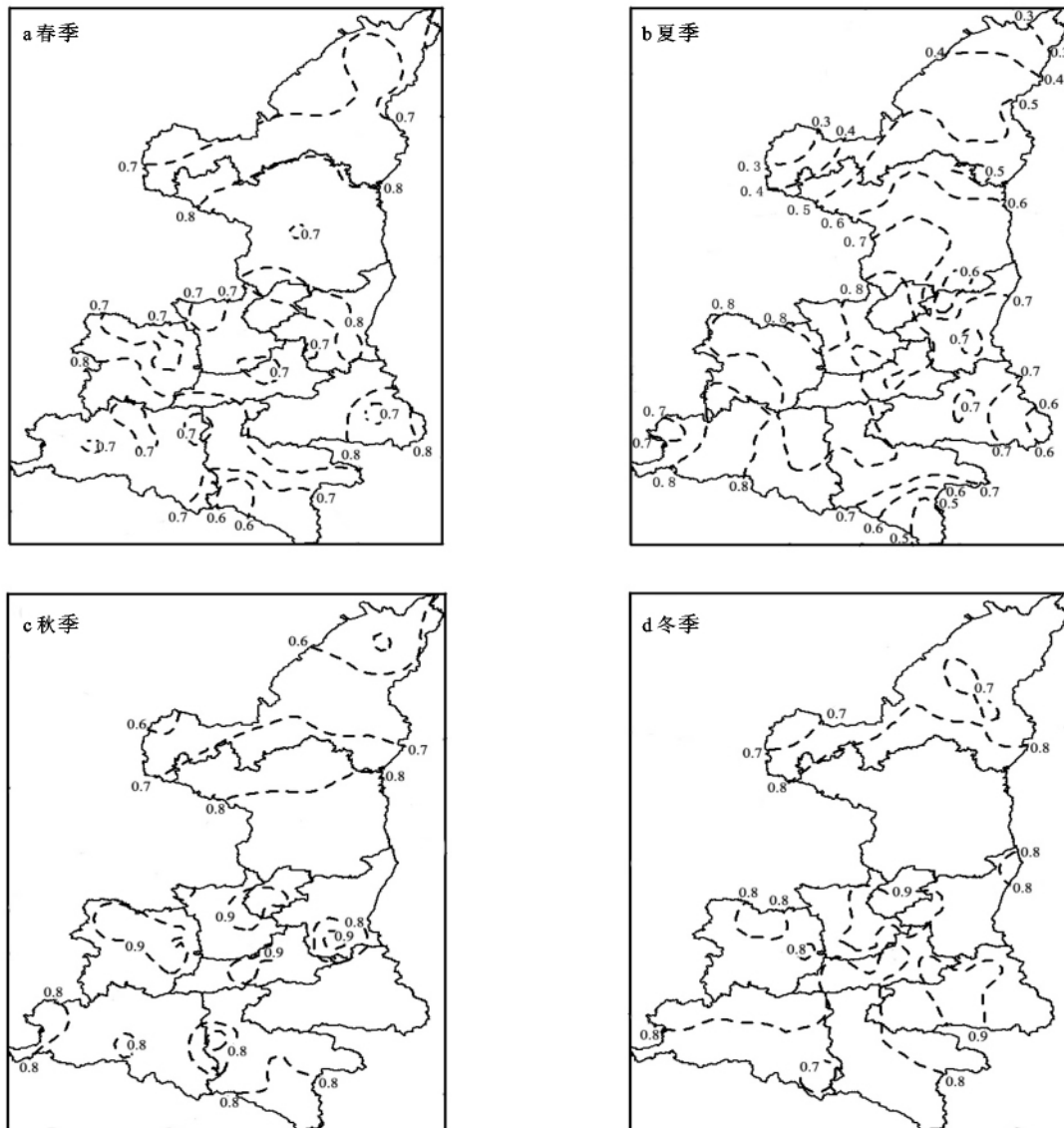


图 2 陕西省四季日照时数 EOF 分析的第 1 载荷向量场

(3) 秋季,前 5 个模态分别占总方差的 71.8%, 5.0%, 3.4%, 2.6% 和 1.9%。第 1 模态载荷向量场的正中心区主要位于渭北地区、延安的大部、西安的东部,陕西全省为一致的正值区。

(4) 冬季,前 5 个模态分别占总方差的 71.4%, 6.0%, 3.8%, 2.7% 和 2.1%。第 1 模态载荷向量场正中心区主要位于延安中部、宝鸡中部、汉中中部,陕西全省为一致的正值区。

根据图 3 中年代际尺度曲线的趋势变化并结合

特征向量场和时间系数的符号可知,陕西春季日照时数在 1982 年之前偏多,1983—1993 年则明显偏少,呈下降趋势,1994—2010 年又有所回升。夏季日照时数在 1979 年之前偏多,之后则偏少,呈明显下降趋势。结合特征向量场和时间系数的符号可知,陕西秋季日照时数在 1980 年之前偏多,1981—1989 年则明显偏少,呈明显下降趋势,1990 年以后偏多,呈明显的上升趋势。陕西冬季日照时数在 1988 年之前偏少,1989 年以后偏多,呈明显的上升趋势。

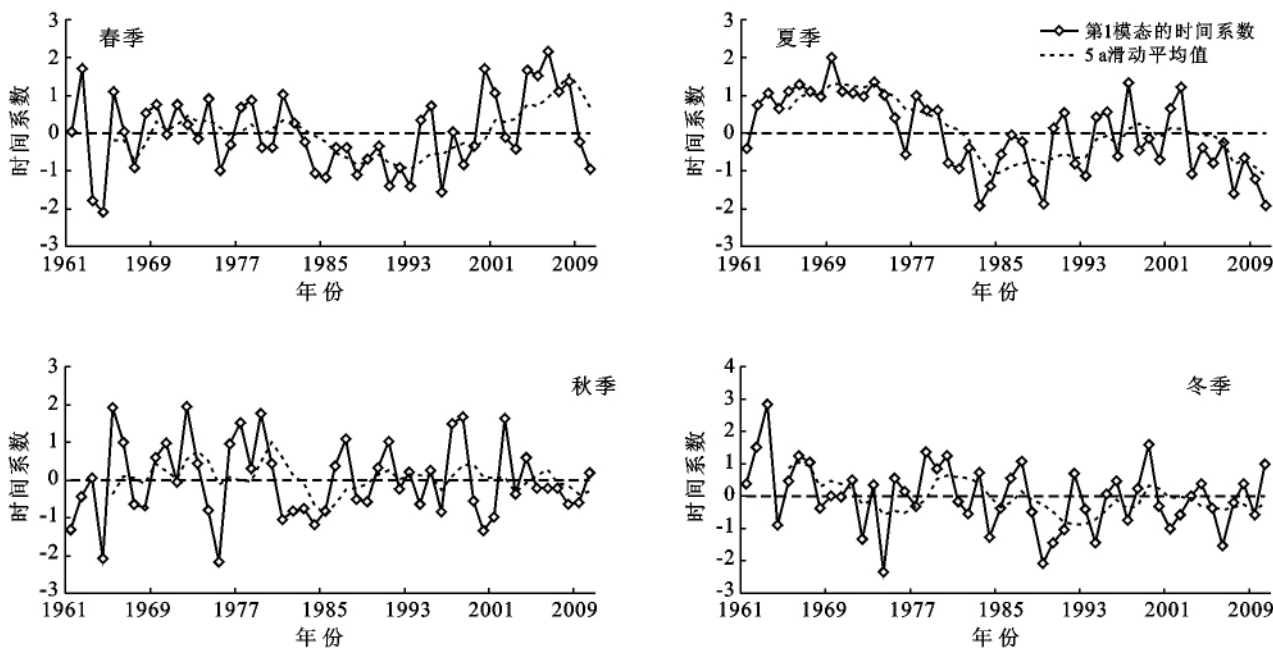


图 3 陕西省四季日照时数 EOF 分析的第 1 模态的时间系数

综上所述,陕西省四季的日照时数变化趋势相近,下降主要表现在延安中部和宝鸡西部,但不同季节气候变异中心位置有所不同。

3 结论

(1) 就季节差异而言,陕西省日照时数变化在春季和秋季表现为上升趋势,夏季和冬季表现为下降趋势,其中夏季日照时数下降最显著(通过了 $p=0.01$ 的显著性检验)。

(2) 就月日照时数变化而言,6,7,8 月日照时数减少趋势通过 0.01 的信度显著性检验,1,5 月日照时数减少趋势通过了 $p=0.05$ 的显著性检验,其余月份均未通过 0.05 的信度显著性检验。

(3) 就空间差异而言,延安中部和宝鸡西部是陕西省日照时数的主要变异中心,表现出显著的减少趋势;不同季节的主要气候变异中心位置会发生变化;其他地区整体表现为减少趋势,但减少趋势变化复杂。

[参 考 文 献]

- [1] 国家发展和改革委员会能源研究所. 减缓气候变化 (IPCC 第三次评估报告的主要结论和中国的对策[M]. 北京:气象出版社,2004.
- [2] 杨彦武,于强,王靖. 近 40 a 华北及华东局部主要气候资源要素的时空变异性[J]. 资源科学,2004,26(4):45-50.
- [3] 申彦波,赵宗慈,石广玉. 地面太阳辐射的变化、影响因子及其可能的气候效应的最新研究进展[J]. 地球科学进展,2008,23(9):915-923.
- [4] 杨建莹,刘勤,严昌荣,等. 近 48 a 华北区太阳辐射量时空格局的变化特征[J]. 生态学报,2011,31(10):2748-2756.
- [5] 华维,范广洲,周定文,等. 青藏高原四季日照时数年际、年代际变化趋势分析[J]. 自然资源学报,2009,24(10):1810-1817.
- [6] Stanhill G, Kalma J D. Secular variation of global irradiance in Australia[J]. Australian Meteorological Magazine, 1994,43(2):81-86.

(下转第 187 页)

铎、岳溪柳、夏芹参与了本研究的野外采样工作,为本研究的顺利完成提供了大力支持,在此一并表示衷心的感谢!

[参 考 文 献]

- [1] 陈志新,王若森,宋森,等.伊春林区典型阔叶林红松林下土壤理化性状分析[J].林业勘查设计,2010(4):73-75.
- [2] 姜春前,徐庆,姜培坤.不同森林植被下土壤化学和生物化学肥力的综合评价[J].林业科学研究,2001,15(6):700-705.
- [3] 刘鸿雁,黄建国.缙云山森林群落次生演替中土壤理化性质的动态变化[J].应用生态学报,2005,16(11):2041-2046.
- [4] 渠开跃,代力民,冯慧敏,等.辽东山区不同林型土壤有机质和 NPK 分布特征[J].土壤通报,2009,40(3):558-562.
- [5] 王刚,孙清芳,孙延坤,等.小兴安岭地区主要森林土壤理化性状特征研究[J].林业科技,2011(2):15-16.
- [6] 祖元刚,李冉,王文杰,等.我国东北有机碳、无机碳含量与土壤理化性质的相关性[J].生态学报,2011,31(18):5207-5216.
- [7] 阚文杰,吴启堂.一个定量综合评价土壤肥力的方法初探[J].土壤通报,1994,25(6):28-30.
- [8] 邓南荣,吴志峰,刘平,等.城市园林绿化用地土壤肥力诊断与综合评价[J].土壤与环境,2000,9(4):287-289.
- [9] 周清明,赵杰.城乡结合部土壤质量变化特点与可持续利用对策[J].地理学报,2000,55(5):545-553.
- [10] 单启华,俞元春,张建峰,等.城市森林土壤肥力质量综合评价[J].水土保持通报,2009,29(4):186-190.
- [11] 王效举,龚子同.亚热带小区域水平上土壤质量时空变化的定量评价[J].热带亚热带土壤科学,1996,5(4):229-231.
- [12] 吴志峰,文雅,张坚.广州市长虹苗圃的土壤质量评价[J].中国园林,2001(5):70-71.
- [13] 宋霞,刘允芬,徐小锋,等.红壤丘陵区人工林冬春时段碳、水、热通量的观测与分析[J].资源科学,2004,26(3):96-105.
- [14] 宋启亮,董希斌,李勇,等.采伐干扰和火烧对大兴安岭森林土壤化学性质的影响[J].森林工程,2010,26(5):4-7.
- [15] 林开敏,章志琴,邹双全,等.杉木与阔叶树凋落物混合分解对土壤性质的影响[J].土壤通报,2006,37(2):258-262.
- [16] 赵其国,王明珠,何圆球.我国亚热带森林凋落物及其对土壤的影响[J].土壤学报,2000,7(3):8-161.
- [7] Wild M, Gilgen H, Andreas R, et al. From dimming to brightening: Decadal changes in solar radiation at earth's surface[J]. Science, 2005,308(7):847-850.
- [8] Power H C. Trends in solar radiation over Germany and an assessment of the role of aerosols and sunshine duration [J]. Theoretical and Applied Climatology, 2003,76(1/2):47-63.
- [9] Kaiser D P, Qian Y. Decreasing trends in sunshine duration over China for 1954—1998: Indication of increased haze pollution [J]. Geophysics Research Letter, 2002,29(21):2042-2045.
- [10] 徐宗学,和宛琳.近 40 a 黄河源区气候要素分布特征及变化趋势分析[J].高原气象,2006,25(5):906-913.
- [11] 郭军,任国玉.天津地区近 40 a 日照时数时数变化特征及其影响因素[J].气象科技,2006,34(4):415-430.
- [12] 何彬方,冯妍,荀尚培,等.安徽省 50 年日照时数时数的变化特征及影响因素[J].自然资源学报,2009,24(7):1275-1285.
- [13] 华维,董一平,范广州,等.青藏高原年日照时数变化的时空特征[J].山地学报,2010,28(1):21-30.
- [14] 吴林荣,王娟敏,刘海军,等.陕西省太阳辐射及其日照时数的时空变化特征[J].水土保持通报,2010,30(2):212-214.
- [15] 陈少勇,张康林,邢晓宾,等.中国西北地区近 47 a 日照时数的气候变化特征[J].自然资源学报,2010,25(7):1142-1152.
- [16] 王伟,王玉,李缠云,等.黄土丘陵沟壑区气候与气候生产力变化分析:以延安市为例[J].水土保持通报,2008,28(6):151-154.
- [17] 董亚非,李兆元.关中地区气候资源特征分析[J].陕西气象,1995(6):34-36
- [18] 孙静,阮本清,蒋任飞.宁夏引黄灌区参考作物蒸发蒸腾量及其气候影响因子的研究[J].灌溉排水学报,2006,15(1):53-57.
- [19] 毛飞,卢志光,郑凌云,等.近 40 a 那曲地区日照时数和风速变化特征[J].气象,2006,23(9):77-83.
- [20] 任国玉,王文,朱临洪,等.黄土高原地区太阳辐射时空演变特征[J].气候与环境研究,2008,13(1):61-66.
- [21] 刘卫平,魏文寿,唐湘玲.阿克苏地区近 45 a 日照时数变化特征[J].干旱区地理,2008,31(2):197-202.
- [22] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].北京:气象出版社,1999:41-47.
- [23] 吴洪宝,吴蕾.气候变率诊断和预测方法[M].北京:气象出版社,2005:106-127.

(上接第 181 页)