

ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

生态学报

Acta Ecologica Sinica



第33卷 第7期 Vol.33 No.7 **2013**

中国生态学学会
中国科学院生态环境研究中心
科学出版社

主办
出版



中国科学院科学出版基金资助出版

生态学报

(SHENGTAI XUEBAO)

第 33 卷 第 7 期 2013 年 4 月 (半月刊)

目 次

前沿理论与学科综述

- 线虫转型发育和寄主识别的化学通讯研究进展..... 张 宾,胡春祥,石 进,等 (2003)
- 生物物种资源监测原则与指标及抽样设计方法..... 徐海根,丁 晖,吴 军,等 (2013)

个体与基础生态

- 呼伦贝尔草原人为火空间分布格局..... 张正祥,张洪岩,李冬雪,等 (2023)
- 青藏高原草地地下生物量与环境因子的关系..... 杨秀静,黄 玫,王军邦,等 (2032)
- 1961—2010 年桂林气温和地温的变化特征 陈 超,周广胜 (2043)
- 黄泥河自然保护区狗冬季卧息地选择..... 朱洪强,葛志勇,刘 庚,等 (2054)
- 青藏高原草地植物叶解剖特征..... 李全发,王宝娟,安丽华,等 (2062)
- 青藏高原高寒草甸夏季植被特征及对模拟增温的短期响应..... 徐满厚,薛 娴 (2071)
- 高温影响番茄小孢子发育的细胞学研究..... 彭 真,程 琳,何艳军,等 (2084)
- 黄土丘陵半干旱区柠条林株高生长过程新模型..... 赵 龙,王振凤,郭忠升,等 (2093)
- 柝属 7 种植物种子的发芽抑制物质研究..... 李庆梅,刘 艳,刘广全,等 (2104)
- 水分胁迫和杀真菌剂对黄顶菊生长和抗旱性的影响..... 陈冬青,皇甫超河,刘红梅,等 (2113)
- 铜尾矿废弃地与相邻生境土壤种子库特征的比较..... 沈章军,欧祖兰,田胜尼,等 (2121)
- 云雾山典型草原火烧不同恢复年限土壤化学性质变化..... 李 媛,程积民,魏 琳,等 (2131)
- 根系分区交替灌溉条件下水肥供应对番茄果实硝酸盐含量的影响..... 周振江,牛晓丽,李 瑞,等 (2139)
- 喀斯特山区土地利用对土壤团聚体有机碳和活性有机碳特征的影响..... 李 娟,廖洪凯,龙 健,等 (2147)
- 自生固氮菌活化土壤无机磷研究..... 张 亮,杨宇虹,李 倩,等 (2157)
- 德国鳶尾对 Cd 胁迫的生理生态响应及积累特性 张呈祥,陈为峰 (2165)
- 施污土壤重金属有效态分布及生物有效性..... 铁 梅,宋琳琳,惠秀娟,等 (2173)
- 基于叶面积指数改进的直角双曲线模型在玉米农田生态系统中的应用..... 孙敬松,周广胜 (2182)
- 中稻田三种飞虱的捕食性天敌优势种及农药对天敌的影响..... 林 源,周夏芝,毕守东,等 (2189)

种群、群落和生态系统

- 珠江口超微型浮游植物时空分布及其与环境因子的关系..... 张 霞,黄小平,施 震,等 (2200)
- 输水前后塔里木河下游物种多样性与水因子的关系..... 陈永金,刘加珍,陈亚宁,等 (2212)
- 南海西北部陆架区鱼类的种类组成与群落格局..... 王雪辉,林昭进,杜飞雁,等 (2225)
- 滇西北高原碧塔湖滨沼泽植物群落分布与演替 韩大勇,杨永兴,杨 杨 (2236)
- 石羊河下游白刺灌丛演替过程中群落结构及数量特征..... 靳虎甲,马全林,何明珠,等 (2248)

资源与产业生态

- 土壤深松和补灌对小麦干物质生产及水分利用率的影响..... 郑成岩,于振文,张永丽,等 (2260)

豆科绿肥及施氮量对旱地麦田土壤主要肥力性状的影响..... 张达斌,姚鹏伟,李 婧,等 (2272)

沟壑全覆盖种植方式对旱地玉米生长及水分利用效率的影响..... 李 荣,侯贤清,贾志宽,等 (2282)

城乡与社会生态

北京北护城河河岸带的温湿度调节效应 吴芳芳,张 娜,陈晓燕 (2292)

西安太阳总辐射时空变化特征及对城市发展的响应..... 张宏利,张纳伟锐,刘敏茹,等 (2304)

研究简报

安徽琅琊山大型真菌区系多样性..... 柴新义,许雪峰,汪美英,等 (2314)

中国生态学会 2013 年学术年会征稿通知 (2320)

第七届现代生态学讲座、第四届国际青年生态学者论坛通知 (I)

中、美生态学会联合招聘国际期刊主编 (i)

期刊基本参数:CN 11-2031/Q * 1981 * m * 16 * 318 * zh * P * ¥90.00 * 1510 * 32 * 2013-04



封面图说: 金灿灿的小麦熟了——小麦是世界上最早栽培的农作物之一,是一种在世界各地广泛种植的禾本科植物,起源于中东地区。全世界大概有 43 个国家,近 35%—40% 的人口以小麦为主要粮食。小麦是禾谷类作物中抗寒能力较强的越冬作物,具有一定的耐旱和耐盐碱能力。中国的小麦分布于全国各地,主要集中于东北平原、华北平原和长江中下游一带。小麦秋季播种、冬季生长、春季开花、夏季结实。子粒含有丰富的淀粉、较多的蛋白质、少量的脂肪,还有多种矿物质元素和维生素 B,是一种营养丰富、经济价值较高的粮食。

彩图及图说提供: 陈建伟教授 北京林业大学 E-mail: cites.chenjw@163.com

DOI: 10.5846/stxb201112312017

张宏利, 张纳伟锐, 刘敏茹, 金丽娜, 张高健, 樊亭丽, 姚东升, 刘波. 西安太阳总辐射时空变化特征及对城市发展的响应. 生态学报, 2013, 33(7): 2304-2313.

Zhang H L, Zhang N W R, Liu M R, Jin L N, Zhang G J, Fan T L, Yao D S, Liu B. Characteristics of spatial and temporal variations of global solar radiation in Xi'an and relevant response in urban development. Acta Ecologica Sinica, 2013, 33(7): 2304-2313.

西安太阳总辐射时空变化特征及对城市发展的响应

张宏利^{1,*}, 张纳伟锐², 刘敏茹¹, 金丽娜¹, 张高健¹, 樊亭丽¹, 姚东升³, 刘波³

(1. 陕西省西安市气象局, 西安 710016; 2. 中山大学地球科学系, 广州 510000;

3. 陕西省防雷中心, 西安 710015)

摘要: 根据西安辐射站太阳总辐射资料和周围 23 个气象台站日照百分率资料, 建立 1961—2009 年西安市太阳总辐射资料时间序列, 运用模糊聚类分析法将全市分为 3 个区, 采取滑动 t 检验法进行突变检验及阶段分析, 研究西安太阳总辐射的时空分布及变化特征。同时引用西安历年城区人口数据, 对城区太阳总辐射与城市发展进行了相关性分析。结果表明: 西安太阳总辐射具有东部多、西部次之、中部少的分布特征; 1961—2009 年呈波段减少的变化趋势, 线性倾向率为 $-2.01\%/10a$, 其中 1977—1991 年为显著减少阶段, 以中部减少幅度最大; 其间出现两次突变, 突变年分别为 1977 年及 1992 年; 城市发展带来大气污染物的增加, 造成西安城区太阳总辐射对城市发展有较大的响应, 西安城市发展对太阳总辐射季节影响上表现为冬、夏季远大于春、秋季。

关键词: 西安; 太阳总辐射; 趋势; 突变; 城市发展; 响应

Characteristics of spatial and temporal variations of global solar radiation in Xi'an and relevant response in urban development

ZHANG Hongli^{1,*}, ZHANG Naweirui², LIU Minru¹, JIN Lina¹, ZHANG Gaojian¹, FAN Tingli¹, YAO Dongsheng³, LIU Bo³

¹ Meteorological Bureau of Xi'an, Shaanxi Province, Xi'an 710016, China

² Department of Earth Science, Sun Yat-Sen University, Guangzhou 510000, China

³ Lightning Protection Center, Shaanxi Province, Xi'an 710015, China

Abstract: Variations in the distribution of solar radiation on the earth surface can fundamentally alter characteristics of temperature, humidity, precipitation and atmospheric circulation, and are thus considered important indicators in the evaluation of climate change. All Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Assessment Reports contain special chapters that illustrate how solar radiation variations have been used to indicate or deduce global climate change. Given the current global trend of energy intensity triggered by over-exploitation of fossil fuels and global warming caused by excessive greenhouse gas emissions, energy from solar radiation represents the cleanest form of energy that can be used directly by humans. Therefore, solar radiation is a priority within the area of research on natural energy resources.

Xi'an is the political, economical and cultural center of Shaanxi Province. The city is located at the center of the Central Shaanxi Plain. This location has the Weihe River to the north and the Qinling Mountains to the south. It has a total area of 10,108 square kilometers, an urban area of 369 square kilometers, and a population of over 8.4346 million. Xi'an

基金项目: 国家自然科学基金项目(70901043); 教育部人文社科基金(09YJC630130); 全国统计科研计划项目(2011LY033); 国家重大基础预研项目(2005CCA05300)

收稿日期: 2011-12-31; 修订日期: 2012-11-22

* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: zhl669@sina.com

was one of the four great capital cities of the ancient Chinese civilization. Research on solar radiation in Xi'an and its impact involves data from only a single point, which were analyzed in the 1990s. This research was on natural resources in Northwest China. Therefore, there has been no systematic and in-depth investigation of solar radiation characteristics in the area around Xi'an.

According to data on global solar radiation from Xi'an radiation stations along with percentage of sunshine data from 23 nearby national meteorological stations, this paper presents time series of global solar radiation data from the period 1961 to 2009. We apply fuzzy cluster analysis methods to divide the city of Xi'an into three sections—middle (section I), eastern (section II), and western (section III). We use the sliding T method to conduct mutation testing and phase analysis, and we study temporal and spatial distributions as well as variation of the global radiation. We also perform correlation analysis of the global urban solar radiation and urban development, with reference to Xi'an urban population data over the years. The results show that Xi'an global solar radiation had the greatest distribution features in the eastern section, less in the western section, and least in the middle section. The time series from the period 1961 to 2009 reveal a band decrease trend, which has a linear rate of decrease at $-2.01\%/10a$. There was a period of reduction from 1977 to 1991. In this period, the greatest band reduction extent was found in the middle section. There were two years of mutation, 1977 and 1992. With urban development, there was an increase in the contamination of the atmosphere. This in turn caused urban global solar radiation in Xi'an to have a relatively large impact on such development. This was demonstrated by the seasonal patterns. The impact was more evident in winter and summer seasons, compared with the spring and autumn seasons.

Key Words: Xi'an; global solar radiation; trend; mutation; urban development; response

太阳辐射是地球、大气唯一的、主要的能量源泉^[1],是大气中一切物理过程及现象形成的基本动力^[2]。它在地球表面上分配的变化,会根本地改变温度、湿度、降水和大气环流特征^[3],即使太阳辐射有微小的变化,都可产生全球及区域尺度的各种自然反应,形成了太阳辐射变化是检测气候变化的一个重要指标。历次“政府间气候变化专门委员会”的评估报告(简称 IPCC 报告)^[4-7],都有专门的章节来阐述太阳辐射的变化来标识或推演全球的气候变化。

在当今世界化石能源被过度开采造成能源紧张、温室气体的过量排放加剧了气候变暖的大形势下,以太阳辐射为代表的太阳能——是最能够为人类直接利用、最清洁的能源形式^[8]。因此,在研究一地能源资源时,首先考虑太阳能资源,优先研究太阳辐射。

对于太阳辐射的研究,学者们已经作过许多工作。在太阳辐射的计算方面,王炳忠等^[9-10]给出了我国太阳能计算的公式及总辐射分布图;祝昌汉^[11-12]进一步计算了太阳能,给出了 a 、 b 系数插值的计算方法,使其得到了广泛应用。在太阳辐射的变化方面,Wild 等^[13]认为,在 1990 年前后有一个由全球太阳辐射变化导致的从暗变亮的转折。陈志华^[14]分析了中国区域的变化,指出 1961—1989 年太阳总辐射下降趋势明显,而从 1990 年开始呈现出上升的趋势,但目前还没有恢复到 1961—1990 年的平均值。李晓文等^[15]不但研究了我国太阳辐射的变化,而且还对其气候效应进行了系统的研究。杨羨敏等^[16]分析了黄河流域太阳辐射的长期变化特征。

有关西安太阳辐射及其影响方面的研究,有 1993 年王双环等在研究大气污染影响因子时,对西安太阳辐射进行了分析^[17],仅是单点分析。其它的研究大多是在研究陕西、关中太阳辐射(或气候资源)时提到西安,如 1995 年董亚非、李兆元在研究陕西关中地区的气候资源时对太阳辐射进行了简单分析^[18],1997 年庞文保对陕西的延安、西安、安康 3 个辐射站的辐射资料进行了分析^[19],2008 年吴林荣等对陕西太阳总辐射进行计算及分布特征进行分析^[20]。本文根据西安及周边近 49 年的资料,使用气候学统计方法,对西安太阳总辐射的时间分布、空间分布进行了较详尽的分析。

许多学者研究认为,城市发展引起的大气浑浊度增加及大气中悬浮颗粒增多,是地面太阳辐射减少的重

要原因^[15-21]。该研究在分析西安太阳总辐射时空变化特征时,追根溯源,进一步通过城郊对比、太阳总辐射与城区人口散点图分析,认为西安城市发展对太阳辐射有重要影响,结合城市发展的代表因子——城区人口变化,给出了太阳总辐射对西安城市发展的响应结果。

1 资料和方法

1.1 资料的选取

为了推算得到西安全市范围代表性好的辐射资料,在选取气象台站资料时,不局限于西安市现有的 8 个国家级台站,同时考虑其周围的 16 个国家级台站(图 1),资料年代取为 1961 年 1 月 1 日—2009 年 12 月 31 日。在选取的 24 个台站中,西安站、泾河站取太阳总辐射、日照百分率二要素,其余站取日照百分率要素;西安站的辐射观测 2005 年 12 月 31 日后移至泾河站,因西安站与泾河站直线距离 16 km,海拔高度差 12.5 m,符合两站气象资料合并使用的条件^[22],故泾河站 2006—2009 年辐射资料加入西安站辐射资料序列。西安站 2005 年 8—10 月辐射资料异常,用同期多年平均值代替;西安城区人口数据取之统计汇编^[23]及 1990—2009 年统计年鉴;太阳常数数据取之网站 <http://www.climate4you.com/sun/>。

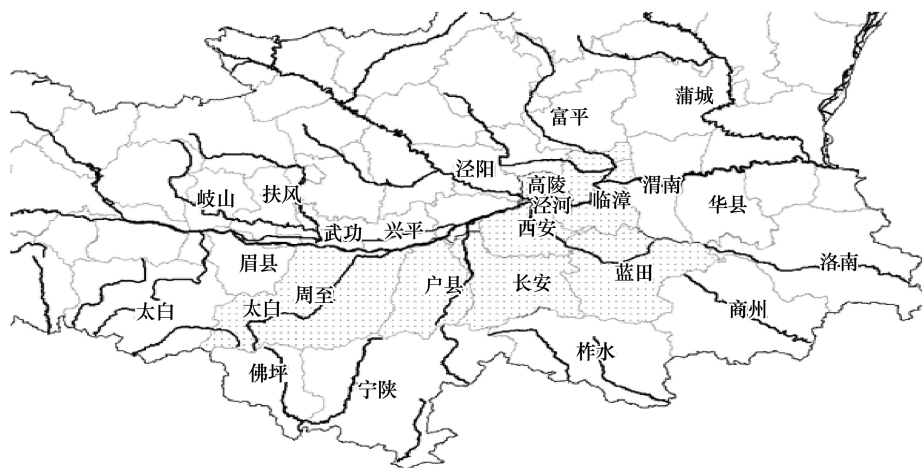


图 1 西安及周边气象台站分布

Fig. 1 The distribution of meteorological stations in Xi'an and its surroundings

1.2 太阳总辐射的计算与推算

西安站(含泾河站)的历年年、月太阳总辐射直接通过 1961—2009 年每日的日辐射总量资料统计得出,其它 22 个台站太阳总辐射通过公式(1)求得。

$$Q = Q_0(aS + b) \quad (1)$$

式中, Q 表示太阳总辐射, Q_0 表示理想大气辐射, Q 、 Q_0 单位为 MJ/m^2 ; S 表示日照百分率,单位为%; a 、 b 为系数。

Q_0 使用以下公式求得。

$$Q_0 = \frac{TS_0}{\pi\rho^2}(\omega_0\sin\varphi\sin\delta + \cos\varphi\cos\delta\sin\omega_0) \quad (2)$$

式中, T 为一天的长度(24 h), S_0 为太阳常数($1367 \text{ W}/\text{m}^2$), φ 为当地纬度, δ 为赤纬, ω_0 为可照时间, ρ 为日地距离系数。由(2)式可求得每日理想大气辐射,月平均值用每月 15 日的值代替,再乘以每月日数即可。实际计算应用(2)式原理,用台站纬度查表^[24]得出。

通过(1)式,将西安站历年的 Q 、 Q_0 、 S 代入,用最小二乘法算出西安站的 a 、 b 系数,其余 22 站的 a 、 b 系数用西安站代替。

1.3 计算结果的检验

通过推算方程计算得出的西安站总辐射值与观测记录进行比较,历年各月绝对平均误差为 -7.2 — 1.3

MJ/m^2 , 相对误差为 $-0.4\%—2.5\%$, 总体上推算拟合效果较好。

2 时空变化特征

2.1 空间分布及区域划分

采用 surfer8.0 软件^[25] 绘出西安市及周边年平均太阳总辐射的分布状况图(图 2)。从图中可以看出, 西安市及其周边太阳总辐射呈中部低、周围高、东部高于西部的特点。其中高值区域位于西安市的东北部, 总辐射超过 $4800 \text{ MJ}/\text{m}^2$ 以上。低值区位于西安市三环内及秦岭北麓, 总辐射低于 $4500 \text{ MJ}/\text{m}^2$ 。西安市的东部比西部高出 $200—300 \text{ MJ}/\text{m}^2$ 。

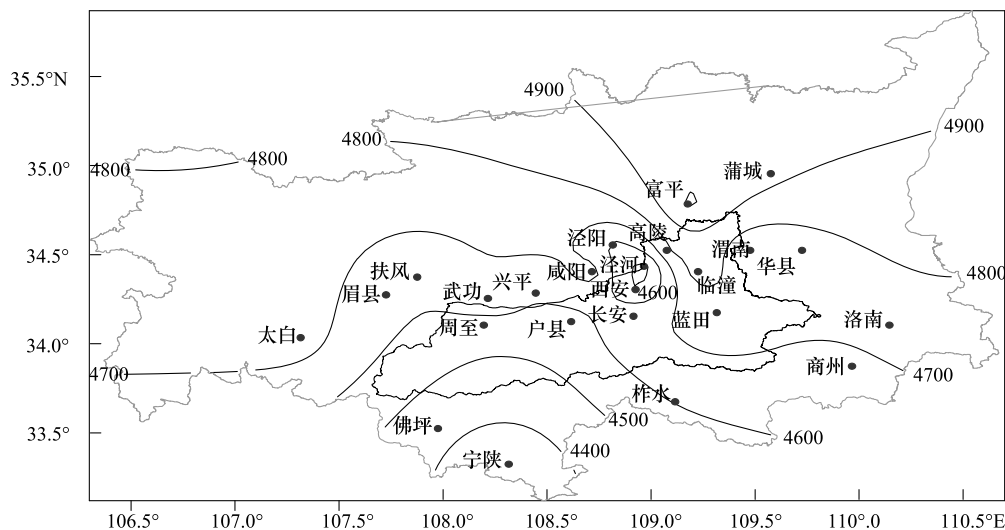


图 2 西安市及周边年平均太阳总辐射等值线分布/(MJ/m^2)

Fig. 2 The average global solar radiation contour maps in Xi'an and its surroundings

采用模糊聚类分析法^[26]对西安市总辐射的变化进行分区, 所得结果如图 3。本分析方法根据研究对象本身的属性来构造模糊矩阵, 在此基础上根据一定的隶属度来确定其分类关系。在分区中, 首先对 23 个气象台站历年各月平均太阳总辐射值进行样本数据标准化处理, 然后建立模糊相似及等价矩阵, 选定 $\lambda = 0.8$ 的水平值, 求取截矩阵, 得到分类结果。

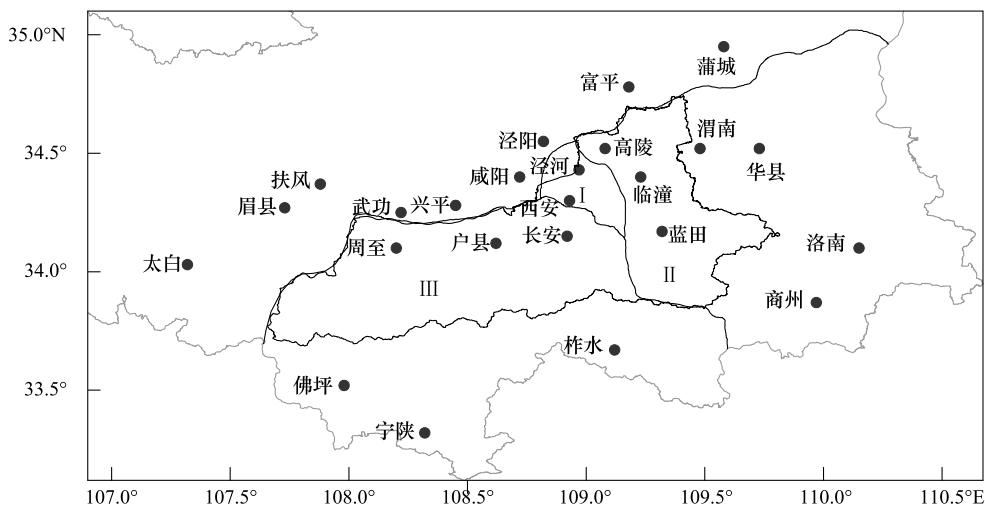


图 3 西安市太阳总辐射区域划分

Fig. 3 Zoning map of Xi'an global solar radiation

在西安市太阳总辐射划分的 3 个区中, I 区为中部区, 主要包括西安市区的三环内, 该区年平均总辐射为 4500 MJ/m^2 , 是西安市的太阳总辐射低值区; II 区为东部区, 包括高陵、临潼、蓝田, 年平均总辐射为 4800 MJ/m^2 , 是西安市太阳辐射高值区; III 区为西部区, 包括长安、户县、周至, 年平均总辐射为 4600 MJ/m^2 , 是西安市太阳辐射中值区。

2.2 时间序列变化特征

2.2.1 年际变化

图 4 是西安各区域年总辐射距平百分率年际变化。图中显示出西安各区域年总辐射变化的一致性: 在 1960—1970 年代保持相对高位, 20 世纪 80 年代前期开始振荡下降, 在中期达到最低, 90 年代前期又开始回升, 到 21 世纪初期稳定振荡。各区域变率有所不同, 其中以东部、西部 (II 区、III 区) 的变化相对平稳, 而中部 (I 区) 变幅最大的特征。

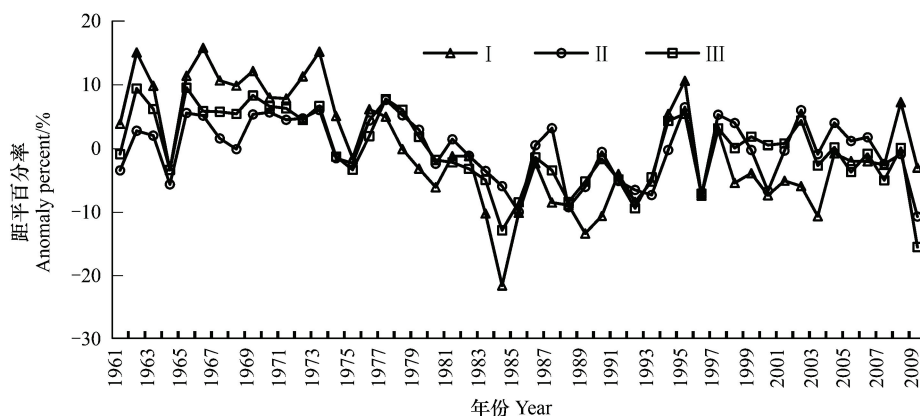


图 4 西安各区域太阳总辐射年际变化

Fig. 4 The map of yearly regional variation of global solar radiation in Xi'an

从总趋势看, 从 1961—2009 年西安的总辐射在减少, 其气候倾向率为 $-2.01\%/10\text{a}$, 相关系数 $r = -0.4891$, $|r| > r_{0.05} = 0.2846$, 表明这种下降趋势在 0.05 水平上是显著的, 但低于全国 40a 平均 ($-3.22\%/10\text{a}$) 水平^[14]。其中, 中部 (I 区) 和西部 (III 区) 气候倾向率分别为 $-3.178\%/10\text{a}$ 和 $-1.936\%/10\text{a}$, 达到统计意义上的显著水平, 而东部 (II 区) 变化相对较小, 没有达到统计意义上的显著水平。21 世纪初 10a 与 20 世纪 60 年代 10a 相比, I、II、III 区的太阳总辐射平均减少分别为 563 、 133 、 344 MJ/m^2 。

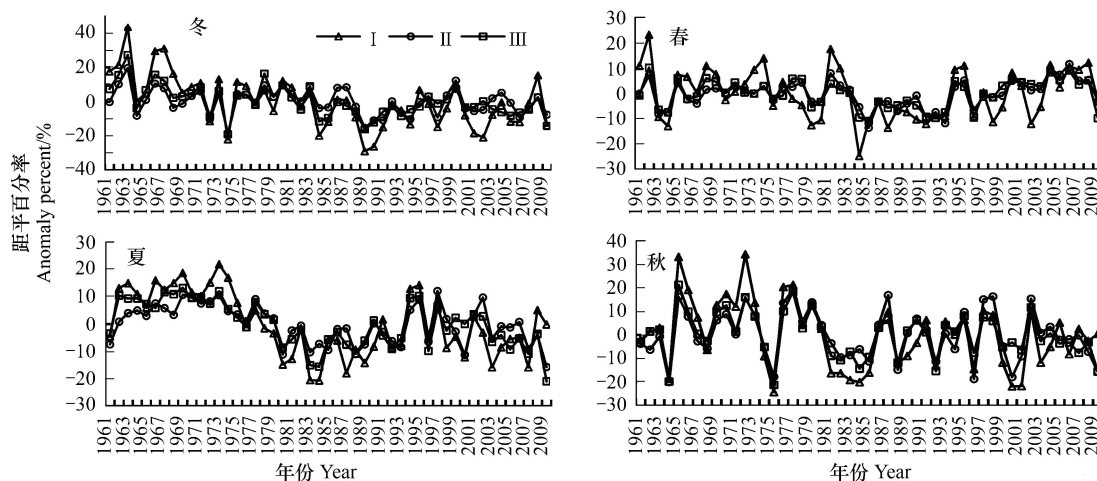


图 5 西安各分区各季太阳总辐射年际变化

Fig. 5 The annual variations of global solar radiation for different seasons in certain parts of Xi'an

2.2.2 季节变化

图 5 给出各区域不同季节的总辐射距平百分率年际变化曲线。冬季各区域在 1960 年代变化处在高位, 1970 年代初开始下降, 从 1970 年代末至 2009 年趋于平稳, 但大都在平均线以下, 东部(Ⅱ区)、西部(Ⅲ区)表现尤为明显; 春季 1960 年代初期处于高位, 在 1960 年代中期—1980 年代初期变幅均不大, 到 1990 年代后期有一个上升趋势; 夏季 1960 年代—1970 年代中期变化处于高位, 中部(Ⅰ区)变幅明显高于其它两区。1970 年代中期下降后到 1990 年代初变化处于相对平稳的低位, 其后平稳变化, 到 21 世纪初开始下降; 秋季 1960—1980 年代变化幅度很大, 从 1990 年代初开始一直较为平稳。

为了比较各区域的不同变化, 表 1 给出了各区域不同季节太阳总辐射气候倾向率^[27]。由表 1 可见, 中部(Ⅰ区)和西部(Ⅲ区)的变化基本上一致, 均呈显著下降趋势, 而中部(Ⅰ区)比西部(Ⅲ区)下降幅度更大一些。下降的主要时段为冬、夏季, 下降幅度较大, 由此导致全年平均也呈显著下降趋势; 东部(Ⅱ区)虽呈下降趋势但变化较小, 在春季还略有上升。

表 1 1961—2009 年西安各区域太阳总辐射气候倾向率/(MJ·m⁻²·10a⁻¹)

Table 1 The regional climate trend rate of global solar radiation in Xi'an from 1961—2009

分区 Partition	冬 Winter	春 Spring	夏 Summer	秋 Autumn	全年 Years
Ⅰ	-13.300 ***	-3.464	-22.132 ***	-8.388 **	-141.850 ***
Ⅱ	-3.984 **	2.992	-10.930 ***	-2.803	-44.180 *
Ⅲ	-7.842 ***	0.716	-17.886 ***	-4.582	-88.781 ***
全市	-8.375 ***	0.081	-16.983 ***	-5.257	-30.535 ***

*、**、*** 分别表示检验达到 0.1、0.05、0.01 的显著性水平

2.2.3 突变检验及阶段分析

(1) 突变分析

采用滑动 t 检验法对西安市太阳总辐射的变化进行突变检验^[28], 取 $n_1 = n_2 = 10$, 则 $t_{0.01} = 2.88$, 绘制结果图。由图 6 可见, t 统计量分别在 1977 年和 1992 年超过了 0.01 显著性水平的临界值。其中第 1 次为正值, 第 2 次为负值, 表明西安市太阳总辐射在 1970 年代末期发生了一次显著减少的突变, 而在 1990 年代初又发生了一次增加的突变。这一结果与全球和全国在 1990 年代发生显著性增加变化趋势基本一致^[13,16,29-33]。

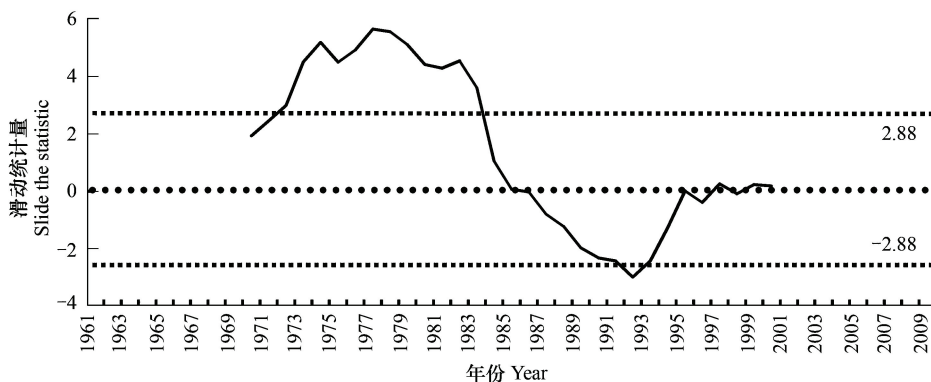


图 6 西安年太阳总辐射的滑动 t 检验

Fig. 6 The sliding t test of global solar radiation in Xi'an

(2) 阶段分析

为了进一步分析西安两次突变前后的情况, 将 1961—2009 年分为 3 个时间段: 即 1961—1976 年及 1992—2009 年的相对平稳期, 1977—1991 年下降期。3 个时段各区域的气候倾向率见表 2。

由表 2 可见,在 1961—1976 年西安各区域年太阳总辐射气候倾向率有增有减,但幅度均不大;在 1977—1991 年,全市均明显减少,检验总体上达到统计意义上的 0.05 显著水平;而在 1992 年以后区域间出现了分化,西部(Ⅲ区)减幅较大,东部(Ⅱ区)和中部(Ⅰ区)略有增加,但检验均没有达到统计意义上的 0.1 显著水平。

表 2 三时段西安各区域年太阳总辐射气候倾向率/($\text{MJ}\cdot\text{m}^{-2}\cdot 10\text{a}^{-1}$)

Table 2 The regional climate trend rate of global solar radiation in Xi'an of certain parts for three connected periods

年份时段 Year period	1961—1976	1977—1991	1992—2009
I	-24.709	-113.200 **	4.345
II	29.533	-110.270 **	2.169
III	-32.290	-109.600 **	-35.014
全市	-9.155	-111.200 ***	-9.500

、* 分别表示检验达到 0.05、0.01 的显著性水平

3 对城市发展的响应

3.1 城郊比较

由于城市的发展,城市中污染物的浓度的增加,大气透明度的降低,使到达城市地表面的太阳总辐射发生变化。通过图 3 的西安市太阳总辐射分区可以看出,西安的城市发展程度对太阳总辐射影响是明显的。西安城区(Ⅰ区)城市发展程度高于东部和西部(Ⅱ区、Ⅲ区),所以城区年太阳总辐射值小于西部和东部 $100\text{--}300 \text{ MJ}/\text{m}^2$,这与林正云等^[34]分析福州城市发展对太阳辐射影响的结论是一致的。为了进一步验证,选取与西安城区毗连、城市发展水平低、自然环境良好的郊县——蓝田县作为区域气候背景,绘制西安城区的西安站与郊县的蓝田站太阳总辐射历年差值面积图。从图 7 看出,1961 年到 1975 年,差值面积有正有负,正负面积相当,说明此阶段城市发展水平低,对太阳总辐射没有影响。从 1976 年到 2009 年差值面积一致为负值,且负值面积很大,有 5 次差值的峰值达到或超过 $800 \text{ MJ}/\text{m}^2$,说明此阶段城市发展水平逐步增高,随着净化城市环境措施(搬出污染企业、煤改气、植绿大行动等)高潮起落,形成了在太阳总辐射对城市发展较好响应的前提下(为一致的负值面积),影响程度有峰有谷。

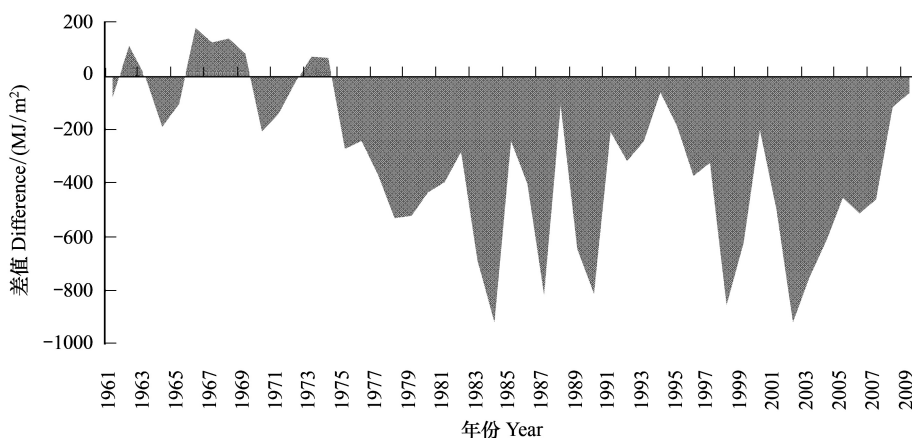


图 7 城区西安站与郊区蓝田站年太阳辐射差值面积

Fig. 7 The annual solar radiation Difference between the area map city of Xi'an station and the suburb of Lan Tian station

3.2 与城市发展的数量关系

衡量城市发展非常重要的指标是城市人口增长以及城市用地面积的增加,而后者往往与城市人口之间存在着很强的相关性^[35]。因此,在讨论城市太阳总辐射与城市发展的关系时,重点考察太阳总辐射与城市城区人口之间的关系。在考虑人为影响太阳总辐射时,20 世纪 90 年代到 2009 年太阳常数本身也存在下降趋势^[36],为此使用太阳常数数据,通过无量纲及比例处理,修正已有西安城区太阳总辐射历年数值,引入西安城

区人口数据,进行数量关系分析。

由图 8 可以看出,西安市城区人口由 1961 年的 217 万人增加到 2009 年的 555 万人,在最近的 50a 增加了 2.9 倍,并在最近 20a,其增长率达到 7.3 万人/a。通过全年太阳总辐射与城市人口数量的散点图(图 9),发现年太阳总辐射与人口数量之间有较强的相关性,相关系数为-0.4760,达到了 0.01 的显著性水平检验。

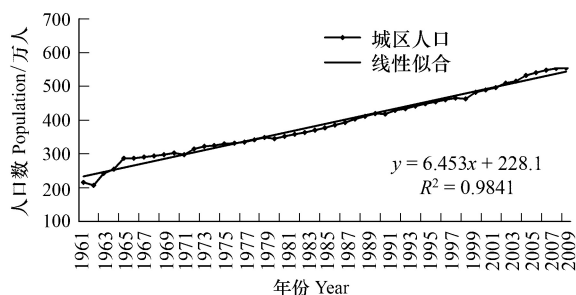


图 8 西安城区人口历年变化

Fig. 8 Xi'an urban population changes over the years

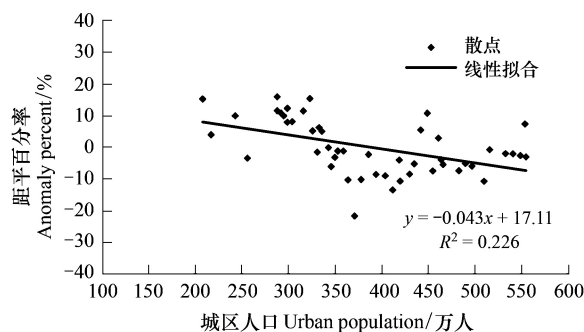


图 9 西安城区历年太阳总辐射与人口散点

Fig. 9 Xi'an City calendar year global solar radiation and population Scatter

制作西安四季的太阳总辐射与城市人口散点图(图 10),进行数量关系分析,发现四季的太阳总辐射与城市人口存在负相关关系,冬、夏两季相关性好,相关系数分别为-0.5392、-0.4605,超过了 0.01 的显著性水平检验,而春、秋相关性较差,达不到相关的显著性水平检验,说明西安城市发展对太阳总辐射季节影响为冬、夏季远大于春、秋季,且冬季大于夏季,春、秋影响不明显。

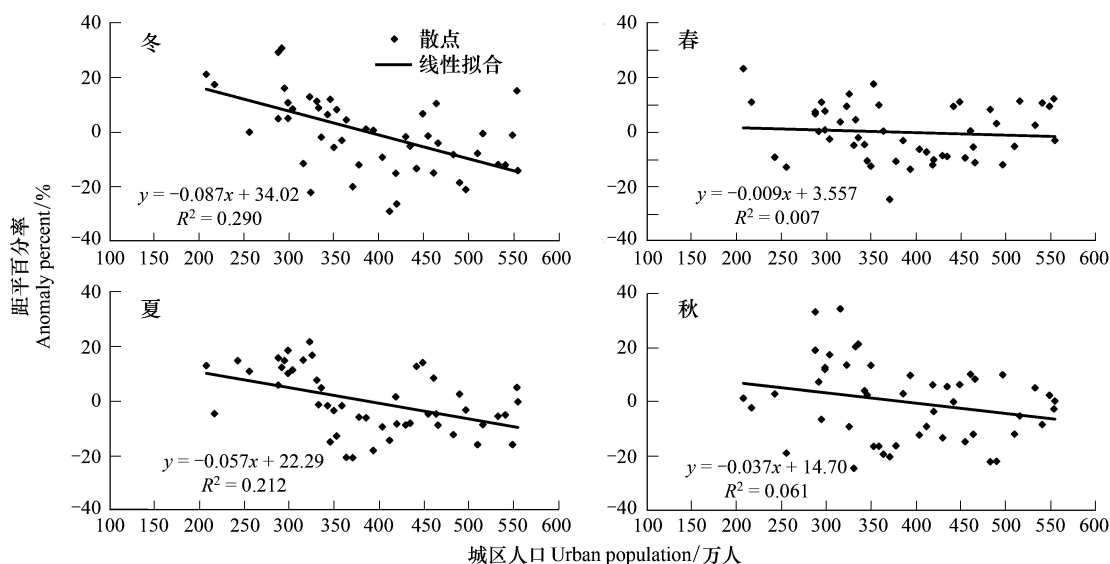


图 10 西安历年太阳总辐射与城区人口散点

Fig. 10 Xi'an City Four Seasons global solar radiation and Population Scatter

随着西安城市的发展,城区人口快速增长,工业生产和人们生活所排放的大气污染物的逐年增加,引起的大气浑浊度增加及大气中悬浮颗粒增多,使地面的太阳总辐射量减少;由于冬季的降水量比夏季少,相对城区上空大气污染物浓度比夏季大,造成了对太阳总辐射的影响程度冬季大于夏季。

4 结论与讨论

(1) 西安的太阳辐射总体上可以分为 3 个区:中部(Ⅰ区)低值区、东部(Ⅱ区)高值区、西部(Ⅲ区)中值区。各区无论从资源量、季节分布和年际变化上都有差异。

(2) 1961—2009 年西安的太阳总辐射变化总体上呈减少趋势,线性倾向率为-2.01%/10a,特别是

1977—1991 年阶段,减少趋势更显著,减少幅度以中部(I 区)最大。突变分析表明,西安的太阳总辐射在 1977 年和 1992 年分别发生过一次减少和增加的突变。

(3) 西安太阳总辐射在各季节变化上,夏季、冬季变化幅度最大,春季、秋季变化相对较小。

(4) 综合分析表明,西安东部区域拥有西安最好的太阳辐射资源量,其季节分布也较为均衡;中部区域资源量最少,且变化幅度较大;西部区域的资源量小于东部而大于中部,变化幅度较小。

(5) 太阳总辐射对西安城市发展有较好的响应,代表西安城市发展程度的城区人口数量与太阳总辐射有较强关系,冬季、夏季表现比较显著,影响程度冬季大于夏季。主要原因为城市发展带来的大气污染物的增加,从而影响太阳总辐射量的明显减少。季节影响分析上,春季、秋季的相关性较差,检验通不过相关显著性水平,其原因有待于进一步探讨。

致谢:西安市气象局罗慧博士对写作给予帮助,特此致谢。

References:

- [1] Ma J Y, Liu J M, Li S K, Liang H, Jiang C Y, Wang B Z. Effective photosynthetic radiation characteristic analysis based on observations of research. *Journal of Natural Resources*, 2007, 22(5): 673-682.
- [2] Shi Y L. *Resource Science*. Beijing: Higher Education Press, 2006: 10-15.
- [3] Wang S, Tang Y, Zhao Q R, Wu C X, Zhang G X. The characteristics of the global solar radiation's climate variations in Jiangsu province and its sectional analysis // *The Proceedings of the 27th China's Meteorological Annual Conference*. Beijing: The Publication of Meteorology, 2010: 182-191.
- [4] IPCC. *Climate Change 1990: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990.
- [5] IPCC. *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 1996.
- [6] IPCC. *Climate Change 2001: The Scientific Basis: Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [7] IPCC. *Climate Change 2007: the Physical Science Basis: Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.
- [8] Wang X F, Zhu Y, Fan L Z, Yang P W, Yang X P. Spatial-temporal variations of solar global radiation in Yunnan Province during 1961—2007. *Advances in Climate Change Research*, 2009, 5(1): 29-34.
- [9] Wang B Z, Zhang F G, Li L X. Solar energy resources in China. *Acta Energaie Solaris Sinica*, 1980, 1(1): 1-9.
- [10] Wang B Z. Solar energy resources division in China. *Acta Energaie Solaris Sinica*, 1983, 4(3): 221-228.
- [11] Zhu C H. A further discussion on the method of calculating total radiation in climatological study (1). *Journal of Nanjing Institute of Meteorology*, 1982, 5(1): 15-24.
- [12] Zhu C H. A further discussion on the climatological calculating method of total radiation (II). *Journal of Nanjing Institute of Meteorology*, 1982, 5(2): 96-206.
- [13] Wild M, Gilgen H, Roesch A, Ohmura A, Long C N, Dutton E G, Forgan B, Kallis A, Russak V, Tsvetkov A. From dimming to brightening: decadal changes in solar radiation at Earth's surface. *Science*, 2005, 308(5723): 847-850.
- [14] Chen Z H. *The Research of the China's Ground Solar Radiation Condition from 1957—2000 [D]*. Beijing: Graduate School of Chinese Academy of Sciences, 2005: 69-71.
- [15] Li X W, Li W L, Zhou X J. Analysis of the solar radiation variation of China in recent 30 years. *Quarterly Journal of Applied Meteorology*, 1998, 9(1): 24-31.
- [16] Yang X M, Zeng Y, Qiu X F, Jiang A J. The climatic change of global solar radiation over the Yellow River Basin during 1960—2000. *Journal of Applied Meteorological Science*, 2005, 16(2): 243-248.
- [17] Wang S H, He J. Xi'an City's impact on solar radiation. *Journal of Shaanxi Meteorology*, 1993, (2): 5-8.
- [18] Dong Y F, Li Z Y. The analysis on climate and resource characteristics in central Shaanxi area. *Journal of Shaanxi Meteorology*, 1995, (6): 34-36.
- [19] Pang W B. The laws of solar radiation variations on Shaanxi Province. *Journal of Shaanxi Meteorology*, 1997, (5): 24-27.
- [20] Wu L R, Jiang Z H, Lu Y P, Du J W, Qiao L. The calculation methods and distributive character of solar radiation in Shaanxi province. *Scientia Meteorologica Sinica*, 2009, 29(2): 2187-2191.
- [21] Du C L, Shen X Y, Chen W M, Shi S H. Urban climate and solar radiation changes in China in recent 43 years. *Journal of Nanjing Institute of Meteorology*, 2008, 31(2): 200-207.
- [22] The China Meteorology Bureau. *Ground Meteorological Observation Norms*. Beijing: Meteorology Press, 2003: 120-120.
- [23] The Xi'an Statistical Bureau. *Xi'an Historical Statistical Materials Assembly (The first volume)*. Beijing: China Statistical Publication, 1991:

10-12.

- [24] Luo H M, Wu S D, Tan K G. Climatology. Beijing: The Meteorology Press, 1980: 242.
- [25] Zeng Z X, Chen H X. How to use Surfer8. 0 to draw Isoline map. Guangdong Meteorology, 2006, 28(3): 64-65.
- [26] Tang C Y, Guan X W, Zhang S M. Modern Mid-to-Long-Term Hydrological Forecast Method and Its Application. Beijing: China's Water Conservatory and Hydropower Press, 2008: 218-257.
- [27] Hong X, Chen J P. Analysis on temperature and precipitation change tendency from 1960 to date. Jiangxi Meteorological Science and Technology, 2004, 27(2): 20-22.
- [28] Wei F Y. Modern Climate Statistical Diagnosis and Prediction Technology. Beijing: Meteorology Press, 2007: 58-60.
- [29] Yu R C, Zhou T J, Li J, Xin X G. The research advances in three degree characteristics of the yearly climate change in eastern China in 2008. Atmospheric Sciences, 32(4): 893-905.
- [30] Yu R C, Zhou T J, Li J, Xin X G. Progress in the studies of three-dimensional structure of interdecadal climate change over Eastern China. Chinese Journal of Atmospheric Sciences, 32(4): 893-905.
- [31] Zhou T, Gong D, Li J, Li B. Detecting and understanding the multi-decadal variability of the East Asian Summer Monsoon-Recent progress and state of affairs. Meteorologische Zeitschrift, 2009, 18(4): 455-467.
- [32] Yu R C, Zhou T J. seasonality and three-dimensional structure of the interdecadal change in East Asian monsoon. Journal of Climate, 2007, 20(21): 5344-5355.
- [33] Yu R C, Bin W, Zhou T J. Tropospheric cooling and summer monsoon weakening trend over East Asia. Geophysical Research Letters, 2004, 31: L22212, doi: 10.1029/2004GL021270.
- [34] Lin Z Y, Liu M Z, Huang Y P. The impact of urban development on solar radiation in Fuzhou city. Acta Energiæ Solaris Sinica, 1997, 18(1): 41-45.
- [35] Li Z L, Wang N A, Zha J, Liu T, Zhi M. Relationship between seasonal variations of climate in Lanzhou and the urban development in the last forty years. Plateau Metrology, 2007, 26(2): 588-589.
- [36] Yang R W, Cao J, Huang W, Nian A B. Cross wavelet analysis of the relationship between total solar irradiance and sunspot number. Chinese Science Bulletin, 2009, 54(7): 871-875.

参考文献:

- [1] 马金玉, 刘晶淼, 李世奎, 梁宏, 姜朝阳, 王炳忠. 基于试验观测的光合有效辐射特征分析. 自然资源学报, 2007, 22(5): 673-682.
- [2] 石玉林. 资源科学. 北京: 高等教育出版社, 2006: 10-15.
- [3] 王苏, 唐宇, 赵秋荣, 吴春晓, 张革新. 江苏省太阳总辐射气候变化特征及区划分析 // 第27届中国气象学会年会气候资源应用研究分会场论文集. 北京: 气象出版社, 2010: 182-191.
- [8] 王学锋, 朱勇, 范立张, 杨鹏武, 杨晓鹏. 1961—2007年云南太阳总辐射时空变化特征. 气候变化研究进展, 2009, 5(1): 29-34.
- [9] 王炳忠, 张富国, 李立贤. 我国的太阳能资源及其计算. 太阳能学报, 1980, 1(1): 1-9.
- [10] 王炳忠. 中国太阳能资源利用区划. 太阳能学报, 1983, 4(3): 221-228.
- [11] 祝昌汉. 再论总辐射的气候学计算方法(一). 南京气象学院学报, 1982, 5(1): 15-24.
- [12] 祝昌汉. 再论总辐射的气候学计算方法(二). 南京气象学院学报, 1982, 5(2): 96-206.
- [14] 陈志华. 1957—2000年中国地面太阳辐射状况的研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2005: 69-71.
- [15] 李晓文, 李维亮, 周秀骥. 中国近30年太阳辐射状况研究. 应用气象学报, 1998, 9(1): 24-31.
- [16] 杨羨敏, 曾燕, 邱新法, 姜爱军. 1960—2000年黄河流域太阳总辐射气候变化规律研究. 应用气象学报, 2005, 16(2): 243-248.
- [17] 王双环, 何军. 西安城市对太阳辐射的影响. 陕西气象, 1993, (2): 5-8.
- [18] 董亚非, 李兆元. 关中地区气候资源特征分析. 陕西气象, 1995, (6): 34-36.
- [19] 庞文保. 陕西省太阳辐射变化规律. 陕西气象, 1997, (5): 24-27.
- [20] 吴林荣, 江志红, 鲁渊平, 杜继稳, 乔丽. 陕西太阳总辐射的计算及分布特征. 气象科学, 2009, 29(2): 2187-2191.
- [21] 杜春丽, 沈新勇, 陈渭民, 施帅红. 43a来我国城市气候和太阳辐射的变化特征. 南京气象学院学报, 2008, 31(2): 200-207.
- [22] 中国气象局. 地面气象观测规范. 北京: 气象出版社, 2003: 120-120.
- [23] 西安市统计局. 西安历史统计资料汇编 1949—1989(第一分册). 北京: 中国统计出版社, 1991: 10-12.
- [24] 罗汉民, 吴诗敦, 谭克光. 气候学. 北京: 气象出版社, 1980: 242-242.
- [25] 曾志雄, 陈慧炯. 如何使用 Surfer 8. 0 画等值线图. 广东气象, 2006, 28(3): 64-65.
- [26] 汤成友, 官学文, 张世明. 现代中长期水文预报方法及其应用. 北京: 中国水利水电出版社, 2008: 218-257.
- [27] 洪霞, 陈建萍. 江西省1960年以来气温和降水变化趋势分析. 江西气象科技, 2004, 27(2): 20-22.
- [28] 魏风英. 现代气候统计诊断与预测技术. 北京: 气象出版社, 2007: 58-60.
- [30] 宇如聪, 周天军, 李建, 辛晓歌. 中国东部气候年代际变化三维特征的研究进展. 大气科学, 2008, 32(4): 893-905.
- [34] 林正云, 刘孟珠, 黄燕平. 福州城市发展对太阳辐射的影响. 太阳能学报, 1997, 18(1): 41-45.
- [35] 李卓仑, 王乃昂, 轧靖, 刘陶, 智萌. 近40年兰州城市气候季节性变化与城市发展. 高原气象, 2007, 26(2): 588-589.
- [36] 杨若文, 曹杰, 黄玮, 年艾冰. 太阳常数与太阳黑子数关系的交叉小波分析. 科学通报, 2009, 54(7): 871-875.

ACTA ECOLOGICA SINICA Vol. 33, No. 7 April, 2013 (Semimonthly)

CONTENTS

Frontiers and Comprehensive Review

- Research progress on chemical communication of development and host-finding of nematodes ZHANG Bin, HU Chunxiang, SHI Jin, et al (2003)
- Principles, indicators and sampling methods for species monitoring XU Haigen, DING Hui, WU Jun, et al (2013)

Autecology & Fundamentals

- Spatial distribution pattern of human-caused fires in Hulunbeir grassland ZHANG Zhengxiang, ZHANG Hongyan, LI Dongxue, et al (2023)
- Belowground biomass in Tibetan grasslands and its environmental control factors YANG Xiuqing, HUANG Mei, WANG Junbang, et al (2032)
- Analysis on variation characteristics of air temperature and ground temperature in Guilin from 1961 to 2010 CHEN Chao, ZHOU Guangsheng (2043)
- Winter bed-site selection by roe deer (*Capreolus capreolus*) in Huangnihe Nature Reserve ZHU Hongqiang, GE Zhiyong, LIU Geng, et al (2054)
- Leaf anatomical characteristics of the plants of grasslands in the Tibetan Plateau LI Quanfa, WANG Baojuan, AN Lihua, et al (2062)
- A research on summer vegetation characteristics & short-time responses to experimental warming of alpine meadow in the Qinghai-Tibetan Plateau XU Manhou, XUE Xian (2071)
- Cytological study on microsporogenesis of *Solanum lycopersicum* var. Micro-Tom under high temperature stress PENG Zhen, CHENG Lin, HE Yanjun, et al (2084)
- A new plant height growth process model of *Caragana* forest in semi-arid loess hilly region ZHAO Long, WANG Zhenfeng, GUO Zhongsheng, et al (2093)
- Germination inhibitory substances extracted from the seed of seven species of *Quercus* LI Qingmei, LIU Yan, LIU Guangquan, et al (2104)
- Effects of water stress and fungicide on the growth and drought resistance of *Flaveria bidentis* CHEN Dongqing, HUANGFU Chaohe, LIU Hongmei, et al (2113)
- Characters of soil seed bank in copper tailings and its adjacent habitat ... SHEN Zhangjun, OU Zulan, TIAN Shengni, et al (2121)
- Changes of soil chemical properties after different burning years in typical steppe of Yunwun Mountains LI Yuan, CHENG Jimin, WEI Lin, et al (2131)
- Effects of water and fertilizers on nitrate content in tomato fruits under alternate partial root-zone irrigation ZHOU Zhenjiang, NIU Xiaoli, LI Rui, et al (2139)
- Effect of land use on the characteristics of organic carbon and labile organic carbon in soil aggregates in Karst mountain areas LI Juan, LIAO Hongkai, LONG Jian, et al (2147)
- Mobilization of inorganic phosphorus from soils by five azotobacters ZHANG Liang, YANG Yuhong, LI Qian, et al (2157)
- Physiological-ecological responses of *Iris germanica* L. to Cd stress and its accumulation of Cd ZHANG Chengxiang, CHEN Weifeng (2165)
- The available forms and bioavailability of heavy metals in soil amended with sewage sludge TIE Mei, SONG Linlin, HUI Xiujuan, et al (2173)
- LAI-based photosynthetic light response model and its application in a rainfed maize ecosystem SUN Jingsong, ZHOU Guangsheng (2182)
- The dominant species of predatory natural enemies of three kinds of planthoppers and impact of pesticides on natural enemies in paddy field LIN Yuan, ZHOU Xiazhi, BI Shoudong, et al (2189)

Population, Community and Ecosystem

- Spatial and temporal variation of picophytoplankton in the Pearl River Estuary ZHANG Xia, HUANG Xiaoping, SHI Zhen, et al (2200)

Analysis of the relationship between species diversity and hydrologic factors during an interval of intermittent water delivery at the Lower Reaches of Tarim River, China	CHEN Yongjin, LIU Jiazhen, CHEN Yaning, et al (2212)
Fish species composition and community pattern in the continental shelf of northwestern South China Sea	WANG Xuehui, LIN Zhaojin, DU Feiyan, et al (2225)
Distribution and succession of plant communities in Lake Bita coastal swamp on the plateau region, northwestern Yunnan	HAN Dayong, YANG Yongxing, YANG Yang (2236)
Analysis on community structure and quantitative characteristics of <i>Nitraria tangutorum</i> nebkhas at different succession stage in lower reaches of Shiyang River	JIN Hujia, MA Quanlin, HE Mingzhu, et al (2248)
Resource and Industrial Ecology	
Effects of subsoiling and supplemental irrigation on dry matter production and water use efficiency in wheat	ZHENG Chengyan, YU Zhenwen, ZHANG Yongli, et al (2260)
Effects of two years' incorporation of leguminous green manure on soil properties of a wheat field in dryland conditions	ZHANG Dabin, YAO Pengwei, LI Jing, et al (2272)
Effects of planting with ridge and furrow mulching on maize growth, yield and water use efficiency in dryland farming	LI Rong, HOU Xianqing, JIA Zhikuan, et al (2282)
Urban, Rural and Social Ecology	
Effects of riparian buffers of North Mort of Beijing on air temperature and relative humidity	WU Fangfang, ZHANG Na, CHEN Xiaoyan (2292)
Characteristics of spatial and temporal variations of global solar radiation in Xi'an and relevant response in urban development	ZHANG Hongli, ZHANG Naweirui, LIU Minru, et al (2304)
Research Notes	
A analysis of macrofungal flora diversity in Langyashan Nature Reserve, Anhui Province, China	CHAI Xinyi, XU Xuefeng, WANG Meiyong, et al (2314)

《生态学报》2013 年征订启事

《生态学报》是由中国科学技术协会主管,中国生态学学会、中国科学院生态环境研究中心主办的生态学高级专业学术期刊,创刊于 1981 年,报道生态学领域前沿理论和原始创新性研究成果。坚持“百花齐放,百家争鸣”的方针,依靠和团结广大生态学科工作者,探索自然奥秘,为生态学基础理论研究搭建交流平台,促进生态学研究深入发展,为我国培养和造就生态学科人才和知识创新服务、为国民经济建设和发展服务。

《生态学报》主要报道生态学及各分支学科的重要基础理论和应用研究的原始创新性科研成果。特别欢迎能反映现代生态学发展方向的优秀综述性文章;研究简报;生态学新理论、新方法、新技术介绍;新书评价和学术、科研动态及开放实验室介绍等。

《生态学报》为半月刊,大 16 开本,300 页,国内定价 90 元/册,全年定价 2160 元。

国内邮发代号:82-7,国外邮发代号:M670

标准刊号:ISSN 1000-0933 CN 11-2031/Q

全国各地邮局均可订阅,也可直接与编辑部联系购买。欢迎广大科技工作者、科研单位、高等院校、图书馆等订阅。

通讯地址:100085 北京海淀区双清路 18 号 电 话:(010)62941099; 62843362

E-mail: shengtaixuebao@rcees.ac.cn 网 址: www.ecologica.cn

本期责任副主编 陈利顶

编辑部主任 孔红梅

执行编辑 刘天星 段 靖

生 态 学 报

(SHENGTAI XUEBAO)

(半月刊 1981 年 3 月创刊)

第 33 卷 第 7 期 (2013 年 4 月)

ACTA ECOLOGICA SINICA

(Semimonthly, Started in 1981)

Vol. 33 No. 7 (April, 2013)

编 辑	《生态学报》编辑部 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085 电话:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn	Edited by	Editorial board of ACTA ECOLOGICA SINICA Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China Tel:(010)62941099 www.ecologica.cn shengtaixuebao@rcees.ac.cn
主 编	王如松	Editor-in-chief	WANG Rusong
主 管	中国科学技术协会	Supervised by	China Association for Science and Technology
主 办	中国生态学学会 中国科学院生态环境研究中心 地址:北京海淀区双清路 18 号 邮政编码:100085	Sponsored by	Ecological Society of China Research Center for Eco-environmental Sciences, CAS Add:18, Shuangqing Street, Haidian, Beijing 100085, China
出 版	科 学 出 版 社 地址:北京东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717	Published by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China
印 刷	北京北林印刷厂	Printed by	Beijing Bei Lin Printing House, Beijing 100083, China
发 行	科 学 出 版 社 地址:东黄城根北街 16 号 邮政编码:100717 电话:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net	Distributed by	Science Press Add:16 Donghuangchenggen North Street, Beijing 100717, China Tel:(010)64034563 E-mail:journal@cspg.net
订 购	全国各地邮局	Domestic	All Local Post Offices in China
国外发行	中国国际图书贸易总公司 地址:北京 399 信箱 邮政编码:100044	Foreign	China International Book Trading Corporation Add:P. O. Box 399 Beijing 100044, China
广告经营 许 可 证	京海工商广字第 8013 号		



ISSN 1000-0933
CN 11-2031/Q

国内外公开发行

国内邮发代号 82-7

国外发行代号 M670

定价 90.00 元